

ANALISIS SIFAT FISIK DAN MEKANIK PADUAN ALUMINIUM DENGAN VARIABEL SUHU CETAKAN LOGAM (*DIES*) 450 DAN 500 DERAJAT CELSIUS UNTUK MANUFAKTUR POROS BERULIR (*SCREW*)

Andika Wisnujati¹, Chirtian Sepriansyah²

Program Studi D3 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta
Email: andikawisnujati@umy.ac.id¹, chirtiansepriansyah123@yahoo.com

Abstrak

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat ketahanan korosi dan mampu alir yang baik sehingga banyak digunakan dalam aplikasi alat-alat rumah tangga, otomotif, maupun industri saat ini. Piston bekas digunakan untuk mendapatkan unsur Si yang cukup tinggi pada piston. Ilmu pengecoran logam terus berkembang dengan pesat dalam dunia industri. Berbagai macam metode pengecoran telah ditemukan dan disempurnakan, diantaranya *centrifugal casting*, *investment casting*, dan *sand casting* serta masih banyak lagi metode-metode lainnya. Pada penelitian ini paduan Aluminium akan dicor pada 3 jenis variasi suhu cetakan sehingga dengan perlakuan panas terhadap cetakan logam (*dies*) yaitu 450°C dan 500°C diharapkan mampu memperbaiki sifat getas yang ada pada Aluminium. Temperatur dari variasi pemanasan suhu cetakan logam (*die casting*) dapat mempengaruhi dari sifat mekanik atau nilai kekuatan tarik dari suatu bahan dalam pembebanan dan sifat fisik atau stuktur mikro pada paduan Aluminium hasil peleburan. Pada penelitian ini dilakukan pengujian tarik dimana hasil pengujian maksimum terjadi pada pemanasan suhu cetakan 450°C yang menghasilkan tegangan tarik maksimum rata-rata sebesar 774,74 N/mm². Pengujian struktur mikro dengan hasil metalografi diperoleh stuktur mikro silikon austenit yang berbentuk jarum dan silikon primer yang berbentuk partikel kecil yang akan meningkatkan ketahanan aus material.

Kata kunci : Aluminium, Cetakan logam (*dies*), Sifat Mekanik-Fisis, Paduan.

PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan salah satu ilmu pengetahuan tertua yang dipelajari oleh umat manusia dalam industri manufaktur. Ilmu pengecoran logam terus berkembang dengan pesat dalam dunia industri. Berbagai macam metode pengecoran telah ditemukan dan disempurnakan, diantaranya *centrifugal casting*, *investment casting*, dan *sand casting* serta masih banyak lagi metode-metode lainnya. Pengecoran adalah membuat komponen dengan cara menuangkan bahan yang dicairkan ke dalam cetakan. Bahan ini dapat berupa metal maupun non-metal. Untuk mencairkan bahan diperlukan *furnace* (dapur). *Furnace* adalah sebuah dapur atau

tempat yang dilengkapi dengan *heater* (pemanas). Bahan padat dicairkan sampai suhu titik cair dan dapat ditambahkan campuran bahan seperti Chrome, Silikon, Titanium, Aluminium dan lain-lain agar bahan menjadi lebih baik.

Aplikasi pengecoran sangat banyak salah satunya dalam pembuatan poros berulir (*screw*). Poros berulir ini terbuat dari logam Aluminium. Pengaplikasian poros berulir (*screw*) bisa digunakan industri rumahan maupun industri pabrikaan. Seperti mesin pengupas kulit ari kedelai, pencacah sampah, dan lain sebagainya.

Adanya pengecoran poros berulir ini akan lebih memudahkan bagi para produsen rumahan dalam memproduksi suatu produk lebih higienis, mudah, dan

cepat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh proses pengecoran pada paduan Aluminium bekas dengan penambahan unsur Ti-B 0.5% dengan pemanasan suhu cetakan logam 450⁰C dan 500⁰C terhadap sifat fisik dan mekanik. Selain itu juga untuk mengetahui pengaruh hasil pengecoran poros berulir dengan penambahan Ti-B 0.5%.

TINJAUAN TEORITIS

Hasil penelitian Hafis dan Lalu Alpan pada tahun 2016 [1] yang menganalisa penambahan unsur Ti-B (Titanium-Boron) sebanyak 0,02 % pada paduan Aluminium 50 % Al-50% (Al-Si) menggunakan cetakan pasir *sand casting* pada dua jenis variasi pemanasan suhu cetakan yaitu 200⁰C dan 300⁰C. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dan fisis paduan Aluminium tersebut yaitu pengujian tarik *Tensile Strength*, Kekerasan *Hardness*, dan metalografi dengan mikroskop optik. Hasil pengujian maksimum terjadi pada bahan paduan Al-Si dengan penambahan Ti-B 0,02% dan dengan pemanasan suhu cetakan 200⁰C menghasilkan tegangan tarik maksimum sebesar 618,8 N/mm², sedangkan untuk pengujian kekerasan (*Vickers Hardness Number*) menghasilkan angka kekerasan sebesar 103 kg/mm², dan untuk hasil metalografi diperoleh data struktur yang terbentuk adalah fase hypereutectic silikon yang membentuk fasa silikon primer. Fasa tersebut memberikan ketahanan aus yang tinggi.

Menurut Annas [2] pada penelitiannya pada tahun 2017 yang berjudul “Analisa Sifat Fisik Dan Mekanik Poros Berulir (*Screw*) Berbahan Dasar 40% Aluminium Bekas Dan 60% Piston Bekas Dengan Penambahan 2,5% Ti-B” menunjukkan bahwa Penelitian ini menggunakan campuran aluminium profil 40% dan 60% piston bekas dengan penambahan unsur Ti-B (Titanium-Boron) sebanyak 2,5% sebagai penghalus butir. Cetakan yang digunakan adalah cetakan logam (*die casting*) dengan 3 (tiga) jenis

variasi pemanasan suhu cetakan yaitu 200⁰C, 300⁰C dan 400⁰C. Pengujian untuk mengetahui sifat-sifat fisis dan mekanis pada paduan aluminium tersebut adalah pengujian tarik, kekerasan, dan metalografi dengan mikroskop optik. Hasil pengujian maksimum terjadi pada spesimen dengan pemanasan suhu cetakan 200⁰C menghasilkan tegangan tarik maksimum sebesar 148,08 MPa, sedangkan untuk pengujian kekerasan *vickers* menghasilkan angka rata-rata kekerasan sebesar 95,1 kg/mm². Dan untuk hasil metalografi diperoleh data struktur mikro bahwa dengan menggunakan variasi pemanasan suhu cetakan dapat mempengaruhi struktur mikro pada spesimen hasil pengecoran paduan aluminium dengan penambahan Ti-B 2,5%, adapun fasa yang paling merata pembentukannya pada semua spesimen adalah fasa Al [5].

Proses pengecoran adalah suatu proses pembuatan yang pada dasarnya merubah bentuk logam dengan cara mencairkan logam, kemudian dimasukkan ke dalam suatu cetakan dengan dituang atau ditekan. Di dalam cetakan ini logam cair akan membeku dan menyusut. Produk hasil pengecoran dapat langsung dipakai sebagai produk akhir. Akan tetapi kebanyakan masih memerlukan proses lanjut seperti proses pemotongan, penyambungan, pembubutan, atau perlakuan phisis atau proses penyelesaian lain. Didasarkan di atas jenis bahan pola model cetakan dan cara penuangannya, maka proses pengecoran dapat dibedakan:

1. Proses pengecoran dengan pasir sebagai bahan cetakan (*Sand casting*),
2. Proses Pengecoran sentrifugal (*Centrifugal Casting*),
3. Dengan cetakan permanen (*Permanent Mold Casting*),
4. Cetak tekan (*Die Casting*),
5. Pola hilang (*Investment Casting*).

Suherman [3], pada tahun 2009 dalam penelitiannya yang menambahkan Sr atau TiB terhadap struktur mikro dan fluiditas pada paduan Al-6%Si-0,7%Fe didapatkan hasil bahwa penambahan

elemen paduan seperti Sr atau TiB sangat signifikan mempengaruhi sifat fluiditas logam cair pada paduan Al-6%Si-0,7%Fe, terutama pada rongga cetakan yang sangat tipis. Penambahan Sr kedalam paduan Al-6%Si-0,7%Fe cenderung menurunkan sifat fluiditas logam cair. Begitu juga dengan penambahan TiB pada paduan Al-6%Si-0,7%Fe sifat fluiditas logam cair menjadi berkurang.

Supriyadi [4], pada tahun 2011 menganalisa pengaruh variasi penambahan Ti-B pada bahan ADC 12 menggunakan proses pengecoran *High Pressure Die Casting* (HPDC) terhadap peningkatan kualitas bahan hasil coran sebagai bahan sepatu rem sepeda motor. Tahapan yang peneliti lakukan adalah pembuatan cetakan logam, merakit cetakan logam pada mesin HPDC, penyiapan material, peleburan, variasi penambahan Grain refiner Ti-B, 0,04%, 0,08%, 0,12%, 0,16%, 0,2%, 0,24%, penuangan pada temperatur cetakan 200⁰C, temperatur tuang 700⁰C dan tekan injeksi 7 MPa, pemeriksaan coran, analisa kekuatan coran dengan uji tarik dan kekerasan. Dari hasil pengamatan dan analisa pengujian didapatkan bahwa pada penambahan Ti-B 0,08% dihasilkan kekuatan tarik sebesar 300 N/mm² dan kekerasan 78,5 HRB hasil ini merupakan sifat mekanik yang paling baik dibandingkan apabila tidak mendapatkan penambahan inoculan Ti-B.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam proses penelitian ini meliputi timbangan digital, mesin uji tarik *Servopulser* dan mikroskop optik di Universitas Gadjah Mada.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Aluminium bekas (AL-Si)

Aluminium bekas yang digunakan adalah piston bekas yang didapat dari bengkel bengkel otomotif atau di barang rongsokan. Penggunaan Aluminium bekas di dalam penelitian seberat 4 kg atau 4000 gr dimana menyesuaikan ukuran cetakan logam. Aluminium dicairkan terlebih

dahulu dan dicetak dalam cetakan pasir dengan bentuk bebas kemudian ditimbang dengan berat 4 kg.

2. Titanium Boron (Ti-B)

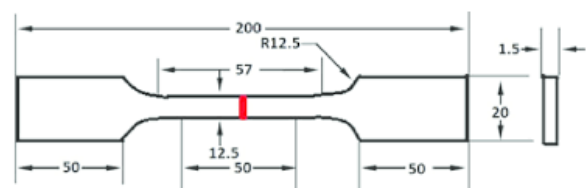
Tambahan Titanium-Boron (Ti-B) berfungsi sebagai inoculan yaitu sebagai penghalus butir pada hasil peleburan. Titanium-Boron (Ti-B) ini memiliki harga yang mahal, dan penggunaannya untuk campuran peleburan tidak banyak, akan tetapi membutuhkan sedikit saja. Titanium-Boron yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0,5% atau 22 gram.



Gambar 1. Ti-B (Titanium-Boron)

Alasan penggunaan unsur tambahan Ti-B sebesar 0,5 % adalah dikarenakan penambahan penghalus butir Ti-B pada paduan Al-Si dapat mempengaruhi bentuk pori, dimana pori tumbuh pada batas butir dan menghasilkan pori berbentuk bulat, sehingga bentuk permukaan jadi lebih halus karena ada penambahan Ti-B pada proses pengecoran.

Dalam penelitian ini dilakukan proses pengecoran Aluminium profil dan Aluminium dari piston bekas yang mengandung unsur silikon dengan penambahan unsur Ti-B sebagai penghalus butir. Pengamatan yang dilakukan adalah stuktur mikro dan sifat mekanik yang terjadi akibat dari variasi suhu cetakan 450⁰ C, dan 500⁰ C.



Gambar 2. Standar ASTM E8

Spesimen yang disiapkan untuk pengujian berjumlah 8 sampel yaitu:

1. Pengujian tarik 6 spesimen 3 untuk hasil spesimen variasi suhu cetakan 450° C dan 3 hasil dari suhu cetakan spesimen 500° C.
2. Pengujian stuktur mikro 2 spesimen 1 spesimen untuk 450° C dan 1 untuk 500° C.



Gambar 3. Alat Pengujian Tarik (*Universal Testing Material*)

Kekuatan tarik merupakan bahan untuk menerima beban tarik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik, dengan cara menjepit sampel dengan kuat dan beban berikan secara kontinyu sampai sampel tersebut putus.



Gambar 4. Mikroskop Optik (*Metallurgical Microscope Invertgo Tipe*)

Penyiapan spesimen untuk pengujian stuktur mikro sama dengan persiapan pengujian sebelumnya yaitu menyiapkan spesimen uji dengan cara memotong spesimen, karena spesimen adalah hasil dari cor-coran maka tidak perlu

dibingkai dengan resin dan pemolesan dengan larutan kimia (etsa). Selanjutnya dilakukan pengamplasan sampai dengan permukaan spesimen uji terlihat bening seperti cermin.



Gambar 5. Spesimen Uji Stuktur Mikro

Pengamatan perubahan struktur mikro akibat pengaruh variasi suhu cetakan diamati dengan pengujian metalografi yang dilakukan pada spesimen uji. Pengujian stuktur mikro ini bertujuan untuk mengamati stuktur mikro pada paduan Al-Si + Ti-B, terutama untuk mengamati perubahan stuktur mikro dari material yang diakibatkan dari proses peleburan dengan menggunakan variasi suhu cetakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses Pengecoran Logam

Pembuatan spesimen dilakukan dengan proses pengecoran metode *die casting* atau menggunakan cetakan logam. Bahan yang digunakan adalah piston bekas (Al-Si) dengan penambahan unsur titanium boron (Ti-B). Proses pengecoran dilakukan dengan variasi suhu cetakan yaitu: 450 °C dan 500 °C. Logam coran dalam proses pengecoran ini dilebur dalam tungku dengan bahan bakar gas. Tungku ini hanya mempunyai satu ruangan yaitu daerah *kruss* untuk mencairkan logam bahan tersebut.



Gambar 6. Cetakan logam (*Die Casting*)

Berikut merupakan tabel komposisi bahan peleburan yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 1. Komposisi bahan baku peleburan

Keterangan	Komposisi Bahan Pembuat <i>Screw</i>	
	Piston bekas	Ti-B
Gram	4000	22,5
%	100	0,05

Mutu atau kualitas dari suatu produk pengecoran tergantung dari keadaan logam cair yang digunakan dalam proses pencetakan, karena semakin baik komposisi dari logam cair, semakin baik mutu atau kualitas dari hasil corannya. Semakin homogen logam cair, semakin baik pula hasil corannya.



Gambar 7. Proses Peleburan Logam

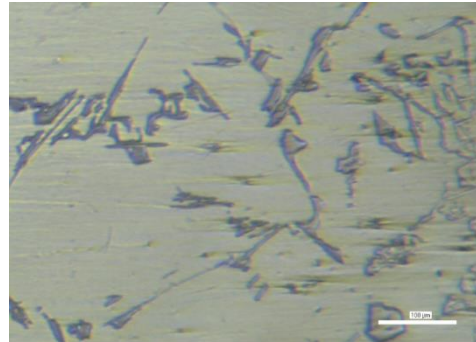


Gambar 8. Proses Penuangan Logam Cair kedalam Cetakan

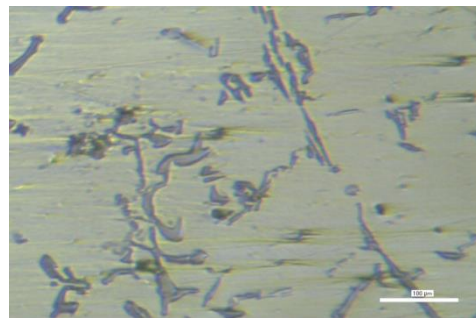
2. Pengujian Stuktur Mikro

Pengamatan stuktur mikro dimaksudkan untuk memperoleh gambaran stuktur mikro pada permukaan spesimen hasil pengecoran yang telah dibuat. Pekerjaan ini meliputi persiapan spesimen melalui tahap pemotongan, diresin ketika

spesimen sangat kecil karena untuk pegangan saat pengambilan gambar, diampas, kemudian dietsa sebelum bahan ditempatkan di bawah lensa obyektif mikroskop optik. Pengujian mikrosuktur ini dilakukan untuk Aluminium paduan dengan penambahan unsur penghalus butir Ti-B dengan variasi suhu cetakan yang berbeda yaitu 450°C dan 500°C dengan alat uji *metallurgical microscope invertgo tipe*.



Gambar 11. Stuktur mikro spesimen Al-Si + Ti-B dengan variasi suhu cetakan logam 450°C dengan pembesaran 100X.



Gambar 12. Stuktur mikro spesimen Al-Si + Ti-B dengan variasi suhu cetakan logam 500°C dengan pembesaran 100X.

Hasil pengamatan pada pengujian stuktur mikro didapatkan bahwa terdapat partikel silikon yang berbentuk jarum dengan jenis stuktur silikon eutektik dan silikon primer (*coarse*) yang berukuran kecil yang didapatkan karena paduan pengecoran aluminium, silikon dan Ti-B.

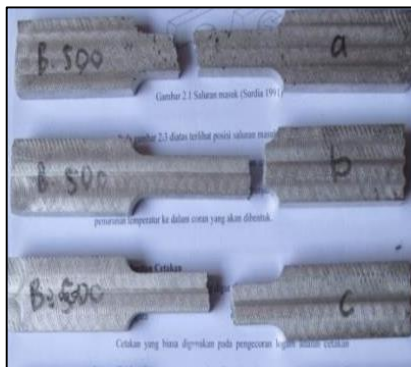
Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.



Gambar 9. Spesimen Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan serta deformasi plastis yang terjadi pada spesimen paduan Al-Si+Ti-B dengan variasi suhu cetakan sebesar 450°C dan 500°C untuk bahan pembuatan poros berulir (*screw*) dengan kapasitas maksimum 200 kN. Spesimen uji mengacu ASTM E8M, dengan alat uji *Universal Testing Machine*,



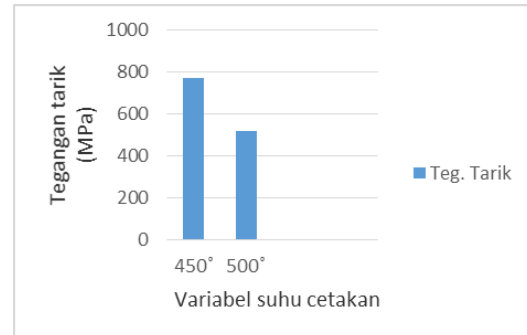
Gambar 10. Spesimen yang telah diuji

Tabel 2. Hasil Uji Tarik

Suhu	(ΔL) (mm)	P.max (KN)	Reg.(ϵ) (%)	Teg. (σ) (MPa)
450°	0,25	19,9	0,124	812,22
	0,05	21,9	0,024	989,70
	0,35	11,9	0,174	522,34
500°	0,4	5,3	0,204	233,33
	0,05	18,3	0,026	840,25
	0,35	10,4	0,184	476,08

Setelah dilakukan pengujian tarik dari spesimen hasil pengujian tarik dapat diamati bahwa pada spesimen hasil peleburan coran logam dengan variasi suhu cetakan 450°C dan 500°C tersebut saat dilakukan pengujian tarik tidak terdapat pengecilan penampang sampai bahan

spesimen tersebut putus atau patah, sifat mekanis logam yang demikian menunjukkan bahwa hasil coran tersebut tidak dapat dibentuk atau dideformasi plastis.



Gambar 11. Grafik Hasil Uji Tarik

Pada grafik hasil uji tarik di atas dapat dilihat bahwa nilai rata-rata kekuatan tarik pada variabel suhu cetakan 450°C sebesar 774,74 MPa dan pada variabel suhu cetakan logam 500°C sebesar 516,22 MPa. Data uji tarik tersebut di atas didapatkan nilai tegangan tarik pada suhu cetakan logam 450°C lebih tinggi daripada tegangan tarik pada suhu cetakan logam 500°C.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur, penelitian, dan analisa serta pembahasan data yang telah dilakukan pada proses Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Paduan Aluminium Dengan Variabel Suhu Cetakan Logam (*Dies*) 450°C dan 500°C Untuk Manufaktur Poros Berulir (*Screw*), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil tegangan maksimal pada pengujian tarik terjadi pada variabel pemanasan suhu cetakan logam 450°C dengan nilai tegangan rata-rata sebesar 774,74 MPa. Sedangkan pada pengujian struktur mikro diperoleh hasil berupa struktur mikro eutektik yang berbentuk jarum dengan komposisi silikon primer yang berbentuk partikel kecil.
2. Penambahan unsur titanium boron (Ti-B) sebanyak 0,5% dapat mempengaruhi hasil coran sebagai penghalus butiran

dan memberikan kekuatan tarik dari paduan logam tersebut.

Bandung.

REFERENSI

- [1]. Andika Wisnujati , Lalu Alpan Hafis, (2016), *Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Porose Berulir (Screw) Untuk Pengupas Kulit Ari Kedelai Berbahan Dasar Aluminium Bekas Dan Piston Bekas*. Yogyakarta: Jurnal Ilmiah, D3 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [2]. Annas, H.A. (2017), *Analisa Sifat Fisik Dan Mekanik Poros Berulir (Screw) Berbahan Dasar 40% Aluminium Bekas Dan 60% Piston Bekas Dengan Penambahan 2,5% Ti-B*.
- [3]. Suherman, (2009), *Pengaruh Penambahan Sr atau TiB Terhadap Struktur Mikro dan Fluiditas Pada Paduan Al-6%Si-0,7%Fe*, Jurnal Dinamis Vol. II, No. 4, ISSN 0216 – 7492
- [4]. Supriyadi, A., Bayuseno, A.P dan Nugroho, S., (2011), “Pengaruh Penambahan Grain Refiner Ti-B Terhadap Bahan ADC12 Pada Pengecoran HPDC Untuk Peningkatan Kualitas Sepatu Rem Sepeda Motor Produk IKM”, *ORBITH* Vol. 7 No. 3 November 2011: 393-400
- [5]. Waluyo, dkk (2010) *Pengaruh Temperatur Cetakan, Bentuk Produk Dan Inokulan Ti-B Pad Proses Pengecoran Sentrifugal Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Paduan Aluminium*. Jurnal Teknik Mesin, Politeknik Negeri