

## PENGARUH PERSENTASE BERAT SERBUK SiC TERHADAP SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK KOMPOSIT DENGAN MATRIK AISiTiB YANG DIPERKUAT SERBUK SiC

\* Deri Dagi Wacono<sup>1</sup>, Sulardjaka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: [deridagiwacono@gmail.com](mailto:deridagiwacono@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sifat fisik dan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan sifat sebelumnya. Teknologi ilmu bahan yang biasa digunakan dan banyak dilakukan penelitian adalah komposit. Komposit yang terdiri dari matriks dan penguat dipadukan sehingga menghasilkan material yang unggul. Penelitian ini membuat sebuah komposit berbahan matrik berupa logam atau biasa disebut dengan MMC (*Metal Matrix Composites*). Penggunaan matrik berupa logam aluminium dilakukan karena sifat aluminium yang ringan, mudah dibentuk, dan tahan korosi. Selain itu aluminium juga logam yang paling banyak digunakan pada bidang industri. Penelitian ini merencanakan matrik dengan penambahan dari super alloy berupa AlTiB (*Aluminium Titanium Boron*) yang berfungsi sebagai penghalus butir (*grain refinement*) agar mendapatkan material yang ulet dan memiliki kekuatan yang baik. Penguat yang digunakan berbahan keramik yaitu berupa SiC (*Silicon Carbide*). Pembuatan komposit dilakukan dengan metode *liquid state processing* dengan menggunakan *stir casting*. Metode ini digunakan agar terjadi pencampuran antara matrik dengan penguat pada suhu semisolid dan pada saat akan melakukan penuangan. Dengan menggunakan variasi persentase berat SiC yang berbeda diharapkan bisa mengetahui komposisi yang tepat untuk pembuatan komposit ini. Diteliti sifat fisik maupun sifat mekaniknya dengan berbagai macam metode pengujian. Pengujian sifat fisik meliputi uji densitas, perhitungan porositas, uji mikrografi. Pengujian sifat mekanik meliputi uji kekerasan dan uji *bending*.

**Kata Kunci:** Aluminium, MMC (*Metal Matrix Composites*), SiC (*Silicon Carbide*), *Stir casting*, TiB (*Titanium Boron*).

### Abstract

*This study aims to obtain physical properties and better mechanical properties compared to the previous properties. Materials science technology commonly used and much research is composite. Composites consisting of matrix and reinforcement combined to produce a superior material. This study makes a composite matrix made of a metal or referred to the MMC (Metal Matrix Composites). The use of aluminum metal matrix be done because of the nature of lightweight aluminum, malleable, and corrosion resistance. Besides aluminum metal is also the most widely used in industrial fields. This study manipulating the matrix with the addition of a super alloy AlTiB (Aluminium Titanium Boron) which serves as a smoothing grains (grain refinement) in order to obtain a resilient material and has good strength. The amplifier used in the form of SiC ceramics made (Silicon Carbide). Preparation of composites made with the liquid state processing method using stir casting. This method is used so that there is mixing between matrix and reinforcement at semisolid temperature at the time will do the pouring. By using a variation of different weight percentage of SiC is expected to know the exact composition for the manufacture of these composites. Investigated the physical properties and mechanical properties with a variety of testing methods. Testing of physical properties include density test, calculation of porosity, micrographic test. Testing of mechanical properties include hardness test and bending test.*

**Keywords:** Aluminium, MMC (*Metal Matrix Composites*), SiC (*Silicon Carbide*), *Stir casting*, TiB (*Titanium Boron*).

### 1. Pendahuluan

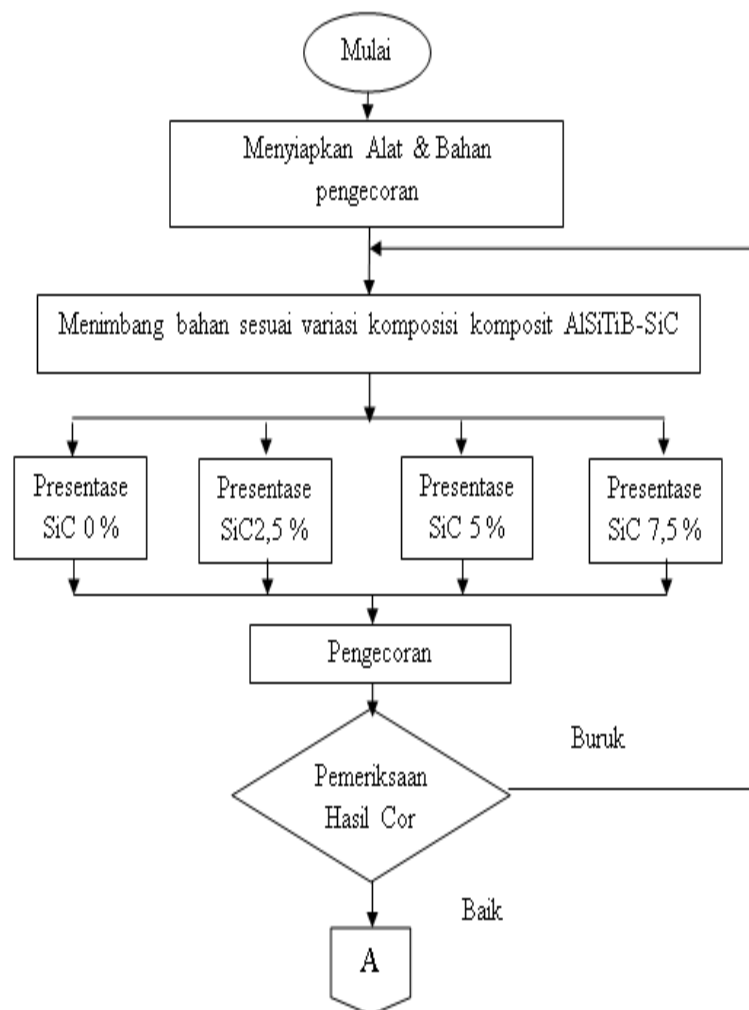
Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, dilakukan penelitian yang disesuaikan dengan kebutuhan manusia yang makin kompleks. Penelitian yang dikembangkan salah satunya adalah ilmu bahan. Salah satu ilmu bahan yang banyak diteliti dan dikembangkan adalah komposit. Komposit merupakan kombinasi dua bahan atau lebih yang memiliki sifat berbeda dari bahan pembentuknya, misalnya komposit Al-SiC. Komposit ini mempunyai keunggulan dalam kekuatan dan ketahanan terhadap aus. Penggunaan komposit ini adalah sebagai material dasar komponen produk otomotif seperti roda gigi, rem cakram dan komponen produk otomotif yang lainnya[1]. Pada akhir-akhir ini penelitian material komposit isotropik dengan basis material matrik aluminium dan penguat material keramik,

seperti komposit Al-SiC masih intensif dilakukan pengkajian dan pengembangannya. Material komposit tersebut menarik untuk dikaji karena memiliki beberapa sifat keunggulan dari segi sifat mekanik ataupun sifat fisisnya. Pada umumnya penelitian material komposit dengan menggunakan jenis material MMC (*Metal Matrix Composite*) seperti pada material komposit Al-SiC, digunakan untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis bahan tersebut sangat berkorelasi dengan variabel proses yang dilakukan. Salah satu variabel proses yang berpengaruh terhadap kualitas mekanik bahan komposit adalah persentase berat penguatnya. Pada penelitian ini dilakukan penelitian pengaruh persen berat serbuk SiC terhadap sifat mekanis pada komposit. Hasil data kualitatif digunakan untuk mendukung data kuantitatif hasil pengujian sifat mekanik komposit Al-SiC yang diteliti yaitu dengan uji densitas yang sekaligus dapat menghitung porositas dari bahan komposit Al-SiC tersebut. Porositas sangat berhubungan erat dengan kompaktibilitas. Semakin kecil ukuran serbuk maka semakin luas kontak permukaan antar partikel, sehingga porositasnya semakin kecil maka sifat kompaktibilitas bahan semakin tinggi. Pengujian mikrografi dilakukan untuk melihat penyebaran SiC pada komposit. Pengujian mekanik dilakukan dengan berbagai macam pengujian meliputi uji bending untuk mengetahui nilai defleksi maksimum, kemudian uji kekerasan untuk mengetahui nilai kekerasan komposit terhadap indentasi material lain [1].

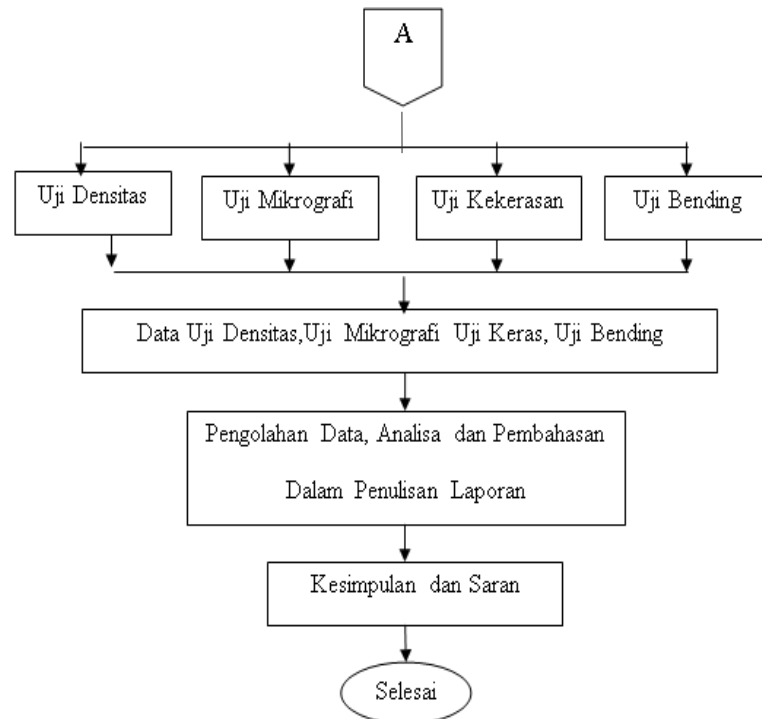
Tujuan dari penelitian ini adalah melihat pengaruh persentase berat serbuk SiC terhadap densitas, porositas, kekerasan, kekuatan bending dan struktur mikro bahan komposit. Dan mengetahui fungsi penambahan AlTiB terhadap matrik AlSi untuk pembuatan komposit yang diperkuat serbuk SiC

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan yang sudah disediakan. Setelah itu melakukan penimbangan komposisi komposit dengan berbagai macam persentase berat SiC yaitu 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Setelah penimbangan dilakukan proses pengecoran jika didapatkan hasil yang baik maka dilanjutkan dengan melakukan pengujian berupa uji densitas, perhitungan porositas, pengujian kekerasan, pengujian mikrografi, dan pengujian *bending*. Setelah didapatkan data pengujian membuat laporan yang disertai analisa dan pembahasan. Terakhir membuat kesimpulan dan saran sesuai dengan tujuan yang kita inginkan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian (lanjutan).

## 2.1 Aluminium

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat – sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap, kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dsb, secara satu persatu atau bersama-sama, memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dsb. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi dsb [2].

## 2.2 TiB (Titanium Boron)

AlTiB sering digunakan sebagai penambah untuk logam aluminium. *Super alloy* AlTiB ini digunakan sebagai penghalus butir (*grain refiner*). Karena sifat AlTiB yang berguna sebagai penghalus butir maka logam aluminium paduan tersebut memiliki kelebihan dibandingkan aluminium biasanya. Karena sifat aluminium yang memiliki kelemahan terhadap keausan dan deformasi maka salah satu langkah yang dilakukan adalah dengan menambahkan *master alloy* seperti AlTiB [3].

Beberapa kelebihan yang dimiliki AlTiB sebagai penghalus butir adalah [3]:

- Meningkatkan kekuatan
- Meningkatkan ketangguhan
- Proses lanjutan dari *casting*

## 2.3 SiC (Silicon Carbide)

*Silicon carbide* (SiC) merupakan senyawa kristalin yang mempunyai sifat mekanik dengan kekerasan paling tinggi dan mempunyai titik leleh tinggi yaitu sekitar 2837 0C. SiC yang memiliki kemurnian paling tinggi. Memiliki berat atom 40,1 gram, terdiri atas 70,04% Si dan 39,06% C. Sifat lainnya adalah tidak larut dalam air dan pelarut lainnya, lebih dikenal dengan nama *carborundum* dan *moissanite*. *Silicon Carbide* (SiC) merupakan material keramik non oksida yang dibuat dengan silica di dalam tungku listrik. Politipe *silicon carbide* yang paling sederhana adalah struktur intan. Dikenal beberapa fase dalam dari SiC antara lain fase kristalin yang terdiri dari  $\alpha$ -SiC dengan struktur heksagonal dan  $\beta$ -SiC dengan struktur kubus [4].

## 2.4 Komposit

Komposit adalah bahan yang terbentuk apabila dua atau lebih komponen yang berlainan digabungkan [5]. Definisi lain menyatakan bahwa bahan komposit mempunyai ciri- ciri yang berbeda dan komposisi untuk menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat dan ciri tertentu yang berbeda dari sifat dan ciri kontituen asalnya [6]. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih

bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisika dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Jika perpaduan ini bersifat mikroskopis maka disebut sebagai *alloy* (paduan) [4].

## 2.5 Stir Casting

Keuntungan dari proses *stir casting* adalah mampu menggabungkan partikel penguat yang tidak dibasahi oleh logam cair. Bahan yang tidak dibasahi tersebut terdistribusi oleh adanya gaya pengadukan secara mekanik yang menyebabkan partikel penguat terperangkap dalam logam cair. Metode pembuatan ini merupakan metode yang paling sederhana, relatif lebih murah dan tidak memerlukan peralatan tambahan. Namun proses *stir casting* ini kadangkala mengalami kendala yaitu distribusi partikel yang kurang homogen [7].

## 2.6 Proses Pembuatan Spesimen dengan Variasi Komposisi Serbuk SiC (*Silicon Carbide*)

Pembuatan spesimen dengan menggunakan *stir casting* terdiri dari 5 langkah, yaitu :

### 1) Proses Penimbangan

#### a. Penimbangan aluminium

Sebelum dicor aluminium dipotong kurang lebih 15 cm, kemudian di timbang sesuai kebutuhan pengecoran. Komposit AlSiC yang di buat yaitu Aluminium dengan presentase SiC 0%, 2,5%, 5%, 7,5%. Sehingga perhitungan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Volume coran} &= 310 \text{ cm}^3 \\ \text{Maka berat aluminium} &= \text{volume} \times \text{masa jenis aluminium} \\ &= 310 \text{ cm}^3 \times 2.71 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 840,1 \text{ gr} \end{aligned}$$

Akan tetapi, untuk menghindari kurangnya volume coran pada saat penuangan akibat pembekuan dini, saluran tuang, material yang menempel di kowi maka beratnya di tambahkan menjadi 1000 gr.

#### b. Penimbangan serbuk SiC

- Berat serbuk SiC I yaitu 0% x berat total matrix aluminium = 0% x 1000 gr = 0 gr
- Berat serbuk SiC II yaitu 2.5% x berat total matrix aluminium = 2,5% x 1000 gr = 25 gr
- Berat serbuk SiC III yaitu 5% x berat total matrix aluminium = 5% x 1000 gr = 50 gr
- Berat serbuk SiC IV yaitu 7,5% x berat total matrix aluminium = 7,5% x 1000 gr = 75 gr

#### c. Penimbangan AlTiB

AlTiB yang dipakai sebanyak 1% pada semua variasi berat SiC, dan penimbangan disesuaikan dengan berat SiC yang digunakan.

### 2) Proses Peleburan

Bahan Aluminium yang telah ditimbang sesuai dengan variasi yang diinginkan, kemudian dimasukkan dalam kowi peleburan (tungku induksi). Kowi ini dipanaskan dengan *heater* dengan bantuan tenaga listrik. Dalam tungku induksi ini dapat dilakukan setting temperatur, temperatur yang digunakan maksimal 950 °C ditunjukkan pada Gambar 2. Peletakan material yang akan dilebur berurutan yaitu aluminium, AlTiB, dan terakhir SiC pada suhu semisolid.



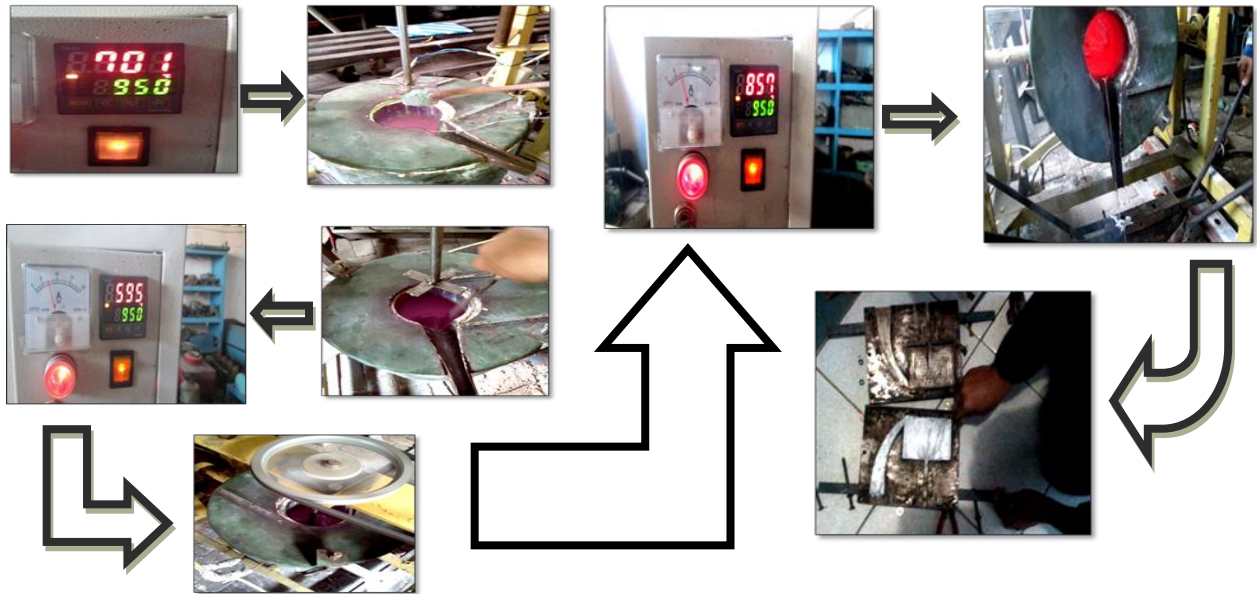
**Gambar 2.** Proses peleburan dengan tungku induksi.

### 3) Proses Pengadukan

Setelah Aluminium meleleh/mencair pada suhu 701 °C, kemudian dilakukan penahanan pada temperatur *semisolid* pada suhu 595°C kemudian SiC dimasukkan, setelah itu di aduk secara manual. Pengadukan manual bertujuan untuk membantu pencampuran karena lelehan aluminium masih berbentuk semipadat. Kemudian temperatur dinaikkan sampai aluminium berbentuk cair dan langsung dilakukan pengadukan yang digerakkan dengan motor listrik secara *continue* di tunjukkan pada Gambar 3.

### 4) Proses Penuangan Komposit AlSiC

Setelah kiranya aluminium tercampur secara merata dengan SiC kemudian dilakukan penuangan ke cetakan dengan suhu tuang berkisar 857 °C di tunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses pengadukan dan penuangan AlSiC.

### 5) Pendinginan

Proses pendinginan dilakukan setelah dituang di dalam cetakan tunggu sampai 30 menit baru setelah itu cetakan di buka, biarkan hasil coran dingin secara sendirinya. Setelah ditunggu buka cetakan logam dengan hati-hati dan gunakanlah sarung tangan untuk menghindari terjadinya kecelakaan. Pukul satu bagian cetakan dengan palu agar spesimen keluar dan hasil pengecoran bias dilihat pada Gambar 5.

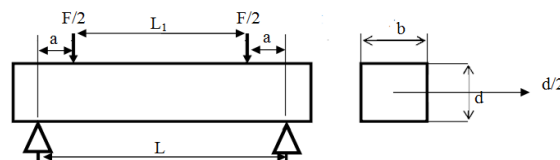


Gambar 5. Spesimen hasil pengecoran.

## 3 Pengujian Sifat Fisik dan Sifat Mekanik

### 3.1 Pengujian Bending

Uji *four point bending* seperti pada Gambar 6 digunakan untuk mengukur kekuatan *bending* pada sampel



Gambar 6. Uji *four point bending*.

Tegangan *bending* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{M.c}{I} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{\frac{F.a.d}{2 \cdot 2}}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot d^3} \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{3 \cdot F \cdot a}{b \cdot d^2} \quad (3)$$



keterangan :

- $\sigma$  : tegangan normal maximum (Mpa)
- M : momen lentur (N.mm)
- c : jarak titik berat spesimen ke permukaan
- I : momen Inersia
- F : beban/ load (N)
- a : selisih jarak L-L<sub>1</sub> (mm)
- L : panjang span/tumpuan bawah (mm)
- b : lebar spesimen (mm)
- d : tebal spesimen (mm)

### 3.2 Pengujian Kekerasan Rockwell

Kekerasan sampel uji dapat diukur menggunakan uji kekerasan *rockwell* pada 3 titik dengan penetrator berbentuk bola diameter 1/16" dan beban pengujian 100 kg. Kemudian menghitung nilai standar deviasi pada hasil pengukuran kekerasan sebagai berikut :

$$\delta HRB = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (HRB - \bar{HRB})^2}{n-1} \right)^{1/2} \quad (4)$$

### 3.3 Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan berdasarkan hukum Archimedes dengan cara menimbang sampel uji di udara dan didalam air. Untuk menghitung nilai densitas aktual dan densitas teoritis menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\rho_m = \frac{m_s}{(m_s - m_g)} \times \rho_{H_2O} \quad (5)$$

keterangan :

- $\rho_m$  : densitas aktual (gram/cm<sup>3</sup>)
- $m_s$  : massa sampel kering (gram)
- $m_g$  : massa sampel yang digantung di dalam air (gram)
- $\rho_{H_2O}$  : massa jenis air = 1 gram/cm<sup>3</sup>

Densitas teoritis

$$\rho_{th} = \rho_{Al} \cdot V_{Al} + \rho_{Si} \cdot V_{Si} \quad (6)$$

keterangan :

- $\rho_{th}$  : densitas teoritis (gram/cm<sup>3</sup>)
- $\rho_{Al}$  : densitas Al (gram/cm<sup>3</sup>)
- $\rho_{Si}$  : densitas Si (limbah *geothermal*) (gram/cm<sup>3</sup>)
- $V_{Al}$  : fraksi massa Al (gram)
- $V_{Si}$  : fraksi massa limbah *geothermal* (gram)

### 3.4 Pengujian Porositas

Pengujian porositas untuk mengetahui berapa besar persentase pori atau rongga didalam sampel uji.

$$P = \frac{D_{teoritis} - D_{aktual}}{D_{teoritis}} \times 100\% \quad (7)$$

keterangan :

- P : porositas ( % )
- D teoritis : densitas teoritis ( gr/cm<sup>3</sup>)
- D aktual : densitas aktual ( gr/cm<sup>3</sup>)

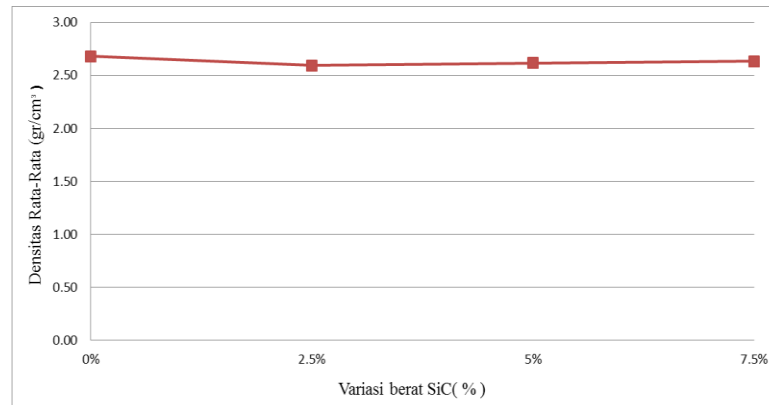
### 3.5 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian mikrofografi ini bertujuan untuk mengetahui struktur mikro sampel aluminium matriks komposit dengan proses metalurgi serbuk, dimana hasil dari pengujian struktur mikro ini digunakan untuk mendukung hasil dari pengujian kekerasan Rockwell type B. Pengujian mikrofografi dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik *OLYMPUS BX41M* untuk menghasilkan gambaran pencitraan struktur kristal dari sebuah logam atau paduan. Sebelum melakukan pengamatan struktur mikro, material uji (spesimen) harus melalui beberapa proses persiapan yang harus

dilakukan yakni: pemotongan (*sectioning*), pembersihan (*mounting*), pengamplasan (*grinding*), pemolesan (*polishing*), serta pengetsaan (*etching*)

## 4. Hasil dan Pembahasan

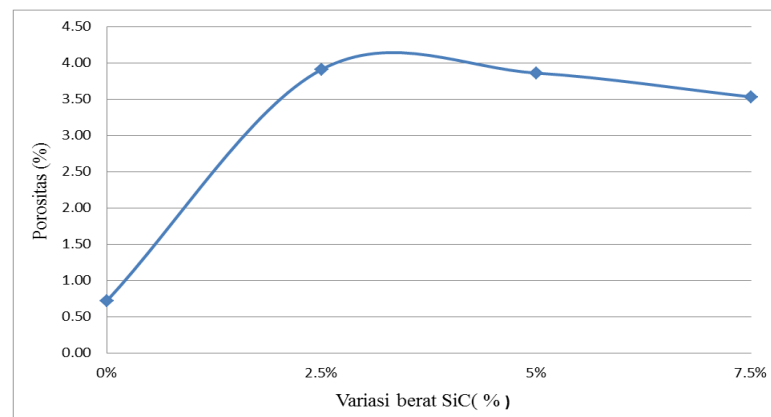
### 4.1 Pengujian Densitas



**Gambar 7.** Grafik hubungan densitas dengan berbagai macam variasi berat SiC rata-rata

Dari Gambar 7 menunjukkan bahwa peningkatan nilai densitas seiring dengan banyaknya variasi berat SiC menunjukkan bahwa semakin banyak SiC pada suatu komposit maka akan semakin bertambah pula berat jenis komposit tersebut. Karena berat jenis yang dimiliki SiC lebih besar dibandingkan dengan massa jenis aluminium yang merupakan logam utama penyusun komposit pada penelitian ini yaitu sebesar 3,22 gr/cm<sup>3</sup>.

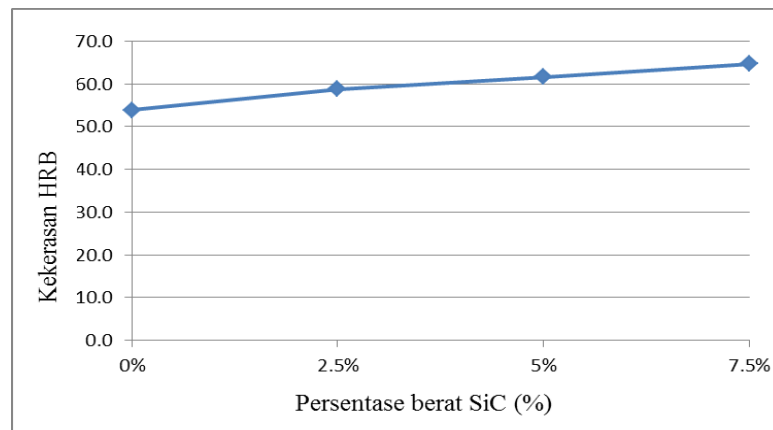
### 4.2 Pengujian Porositas



**Gambar 8.** Grafik hubungan porositas dengan berbagai macam variasi berat SiC rata-rata

Gambar 8 merupakan grafik perbandingan porositas yang dihasilkan oleh spesimen bagian atas dan bawah. Terlihat dari grafik nilai porositas tertinggi terdapat pada berat SiC 2,5% dan 5% bagian tengah dengan nilai porositas sebesar 4,3%. Dan porositas terendah terdapat pada berat SiC 0% bagian tengah dengan nilai 0%. Hal ini membuktikan bahwa semakin dekat nilai densitas aktual pada suatu logam pengecoran maka semakin kecil nilai porositasnya. Oleh karena itu hubungan nilai antara densitas dengan porositas berbanding terbalik. Selain itu dengan penambahan AlTiB menyebabkan nilai porositas yang kecil tidak lebih dari 5%. Hal ini disebabkan karena AlTiB berfungsi sebagai *grain refinement* yang menyebabkan butir pada logam pengecoran menjadi lebih kecil. Sehingga karena butir yang kecil itulah pori-pori pada proses pengecoran sulit terbentuk. Selain itu terjadi porositas yang sangat kecil pada SiC 0% membuktikan bahwa SiC berpengaruh pada terjadinya porositas material komposit.

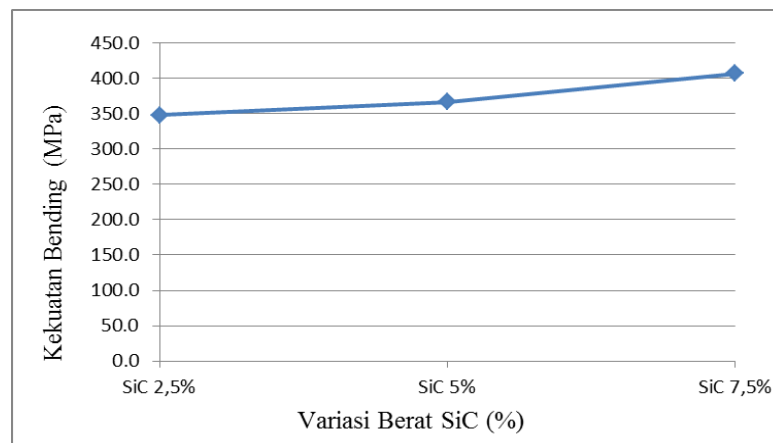
### 4.3 Pengujian Kekerasan



**Gambar 9.** Grafik hubungan nilai kekerasan dengan berbagai macam variasi berat SiC rata-rata keseluruhan

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada bagian tengah dan bawah spesimen ditunjukkan pada variasi berat SiC 7,5% bagian tengah yaitu sebesar 64,8 HRB. Dan yang nilai terkecil ditunjukkan pada variasi berat SiC 0% bagian bawah yaitu sebesar 53,8 HRB. Selisih nilai kekerasan pada bagian tengah dan bawah berat SiC 2,5% cukup besar. Lain halnya dengan 0%, 5% dan 7,5% yang memiliki selisih tidak begitu jauh. Hal ini membuktikan ketidak homogenisasian SiC pada variasi berat 2,5% dan juga pengaruh porositas yang cukup besar. Nilai kekerasan yang semakin meningkat pada seiring banyaknya berat SiC yang diberikan membuktikan bahwa semakin besar persentase berat SiC maka semakin besar pula nilai kekerasannya.

### 4.4 Pengujian Bending

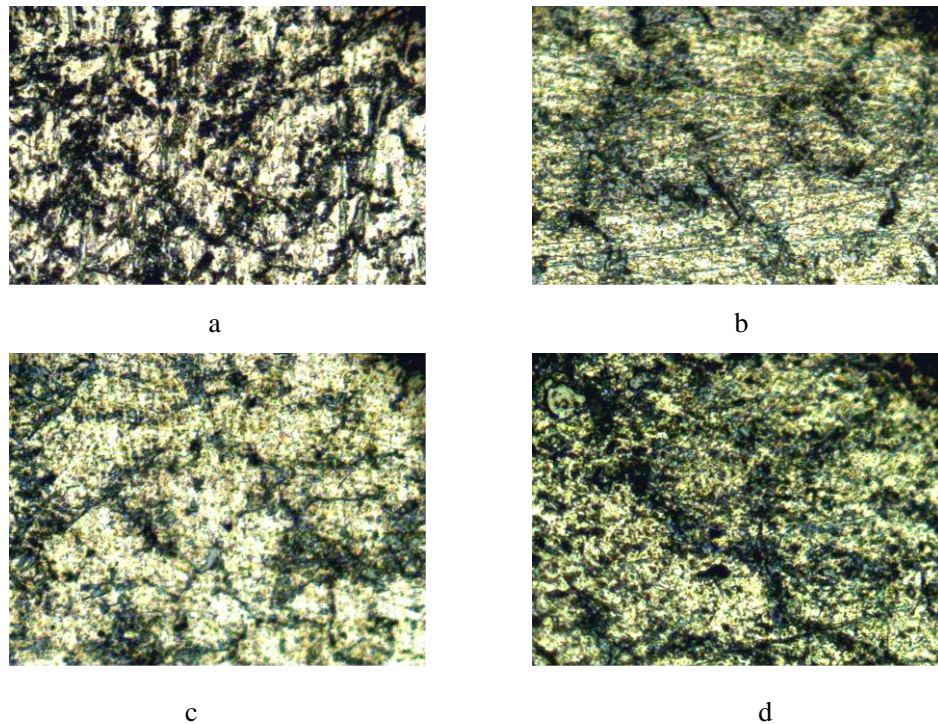


**Gambar 10.** Grafik hubungan nilai kekuatan bending rata-rata dengan berbagai macam variasi berat SiC

Pada Gambar 10 terlihat rata-rata kekuatan bending maksimal yang dicapai oleh komposit AlSiTiB-SiC mengalami peningkatan seiring dengan pertambahan berat SiC. Kekuatan *bending* terbesar terdapat pada persentase berat variasi SiC 7,5% dengan rata-rata sebesar 622,5 MPa. Dan kekuatan *bending* terkecil terdapat pada persentase berat SiC 2,5% dengan rata-rata sebesar 497 MPa. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak SiC yang diberikan akan semakin besar pula kekuatan *bending*nya. Semakin tinggi nilai kekuatan bending semakin kuat dan ulet material tersebut. Pada material aluminium tanpa SiC tidak terjadi keretakan pada pengujian *bending* dikarenakan penambahan AlTiB yang berfungsi sebagai *grain refinement*, semakin kecil butir yang dihasilkan pada suatu pembuatan logam maka akan memperlambat laju dislokasi pada logam tersebut. Sehingga proses terjadinya retakan menuju ke permukaan semakin sulit sehingga material semakin ulet dan kuat. Karena keterbatasan alat memberikan gaya yang diberikan pada material komposit, sedangkan nilai kekuatan material sangat besar terjadi ketidak sesuaian perhitungan. Hal berbeda terjadi pada komposit dengan serbuk SiC terjadi retakan karena penambahan SiC membuat material lebih getas dan keras.



#### 4.5 Pengujian Struktur Mikro



**Gambar 11** a) Hasil mikrografi SiC 0% perbesaran 200x, b) Hasil mikrografi SiC 2,5% perbesaran 200x, c) Hasil mikrografi 5% perbesaran 200x, d) Hasil mikrografi SiC 7,5% perbesaran 200x.



**Gambar 12** a) Hasil uji mikrografi AlSi tanpa menggunakan AlTiB dan SiC 0% perbesaran 200x [14] b) Hasil uji mikrografi AlSi dengan menggunakan AlTiB perbesaran 200x.

Dari Gambar 11 dapat dilihat hasil uji mikrografi pada komposit AlSiTiB/SiC dengan komposisi berat SiC yang berbeda. Terlihat jelas banyaknya jumlah SiC yang bertambah sesuai dengan naiknya persentase berat SiC yang digunakan. SiC tidak tersebar secara merata pada setiap pengujian dan hal itu yang menyebabkan terjadinya perbedaan nilai kekerasan dan densitas pada setiap daerah pengujian. Butir yang terlihat kecil membuktikan bahwa TiB berfungsi sebagai *grain refinement* (penghalus butir), sehingga terjadinya peningkatan keuletan dan kekuatan dari komposit.

Pada Gambar 11a terlihat bahwa logam tanpa SiC memiliki batas butir satu dengan lainnya memiliki jarak yang berjauhan, sehingga memiliki nilai kekerasan yang rendah. Lain halnya pada Gambar 11b, c, dan d yang memiliki nilai kerapatan antar butir yang tinggi dan SiC berperan penting dalam meningkatkan sifat mekanik dari logam aluminium. Dari Gambar 12 terlihat perbedaan besar butir yang terdapat pada AlSi tanpa AlTiB Gambar 12a dengan yang menggunakan AlTiB Gambar 12b. Besar butir pada Gambar 12a terlihat besar sedangkan pada Gambar 12b terlihat kecil ini disebabkan oleh fungsi AlTiB sebagai penghalus butir (*grain refinement*).

#### 5. Kesimpulan

- 1) Hasil pengujian sifat fisik dan sifat mekanik komposit yang diperkuat serbuk SiC :
  - a. Hasil uji densitas pada komposit aluminium yang diperkuat SiC menunjukkan bahwa densitas dengan nilai terbesar terdapat pada berat SiC 0% bagian bawah sebesar 2,7 kg/m<sup>3</sup> dan densitas terkecil terdapat pada variasi berat SiC 2,5%

sebesar 2,58 kg/m<sup>3</sup> bagian tengah. Nilai densitas yang dihasilkan tidak ada yang homogen untuk 0%, 2,5%, 5% dan 7,5%.

b. Hasil perhitungan porositas pada komposit aluminium yang diperkuat SiC menunjukkan nilai porositas tertinggi terdapat pada berat SiC 2,5% dan 5% bagian tengah dengan nilai porositas sebesar 4,3%. Dan porositas terendah terdapat pada berat SiC 0% bagian tengah dengan nilai 0%. Dapat disimpulkan bahwa semakin dekat nilai densitas aktual pada suatu logam pengecoran maka semakin kecil nilai porositasnya.

c. Hasil uji kekerasan pada komposit aluminium yang diperkuat SiC menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada bagian tengah dan bawah spesimen ditunjukkan pada variasi berat SiC 7,5% bagian tengah yaitu sebesar 64,8 HRB. Dan yang nilai terkecil ditunjukkan pada variasi berat SiC 0% bagian bawah yaitu sebesar 53,8 HRB. Dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan yang semakin meningkat pada komposit seiring banyaknya berat SiC yang diberikan membuktikan bahwa semakin besar persentase berat SiC maka semakin besar pula nilai kekerasannya.

d. Hasil uji *bending* pada komposit aluminium yang diperkuat SiC menunjukkan kekuatan *bending* terbesar terdapat pada persentase berat variasi SiC 7,5% dengan rata-rata sebesar 622,5 MPa. Dan kekuatan *bending* terkecil terdapat pada persentase berat SiC 2,5% dengan rata-rata sebesar 497 MPa.

e. Hasil uji mikrografi pada komposit aluminium yang diperkuat SiC menunjukkan bahwa banyaknya jumlah SiC yang bertambah sesuai dengan naiknya persentase berat SiC yang digunakan. Terlihat bahwa SiC tidak tersebar secara merata pada setiap pengujian dan hal itu yang menyebabkan terjadinya perbedaan nilai kekerasan dan densitas pada setiap daerah pengujian.

2) Dari hasil mikrografi membuktikan bahwa terjadinya *grain refinement* yang disebabkan oleh penambahan AlTiB untuk matrik komposit. Pada hasil *bending* tanpa adanya SiC diketahui bahwa material tidak mengalami retak yang membuktikan bahwa material matrik semakin ulet yang disebabkan penambahan AlTiB. Pada hasil mikrografi terlihat pula perbedaan pada besar butirnya dibandingkan dengan AlSi tanpa AlTiB.

#### Daftar Pustaka

- [1] Zainuri, M., (2007), "Peningkatan *Wettability* Partikel Komposit Isotropik Al/SiC Dengan Pelapisan Elektrolis Metal Oksida Pada Partikel Penguat SiC," Seminar Fisika dan Aplikasinya 2007, Fisika FMIPA ITS, Surabaya.
- [2] Surdia, T., Shinroku S., (1995), "Pengetahuan Bahan Teknik," Jakarta, Pradnya Paramita.
- [3] Utama, (2009), "Pengaruh Penambahan Cu (1 %, 3 %, dan 5%) Pada Aluminium Dengan *Solution Heat Treatment* Dan *Natural Aging* Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis," Surakarta, UMS.
- [4] Van Vlack., (1986), "Ilmu dan Teknologi Bahan," Jakarta, PT. Erlangga.
- [5] William, FS., (1996), "*Principles of Materials Science and Engineering 3<sup>rd</sup> ed.*," New York, Mc Graw-Hill, Inc.
- [6] Zhu M., Jian ZY., Yang GC., Zhou YH., (2012), "*Effects of T6 heat treatment on the microstructure, tensile properties, and fracture behavior of the modified A356 alloys.*," Weihai, Shandong University.
- [7] Potter. T.B., (1990), "*Shafer Engineering Properties of Carbida, Engineered Material Hand Book vol 4, Ceramics and Glasses.*," New York, The Material Information Society.