

## PENGARUH PERTAMBAHAN TiB PADA KOMPOSIT Al7Si-SiC TERHADAP STRUKTUR MIKRO

**Lilin Hermawati**

Program Studi Teknika  
STIMART "AMNI" Semarang  
Email: linhermawati80@gmail.com

**Iman Mujiarto**

Program Studi Teknika  
STIMART "AMNI" Semarang  
Email: imnmu@yahoo.com

**Padang Yanuar**

Program Studi Teknika  
STIMART "AMNI" Semarang  
Email: padang\_yanuar@yahoo.co.id

### ABSTRAK

*Metal Matrix Composite Method (MMC)* menjadi bahan pertimbangan setiap peneliti dalam melakukan pengecoran. Atau sering disebut dengan pencampuran matrik paduan dan matrik murni untuk menghasilkan bahan campuran yang lebih baik. Sifat aluminium yang ringan, tahan terhadap korosi serta mudah dibentuk, aluminium banyak dipergunakan untuk beberapa penelitian dan produksi, namun dari beberapa proses pengecoran banyak sekali kendala untuk pencampuran matrik Al dan beberapa matrik lainnya. Maka dalam penelitian ini penulis mencoba dengan Proses *Stir Casting* agar mendapat hasil yang homogen dalam pencampuran SiC dengan komposit Al7Si dengan diberi serbuk SiC dengan penambahan 5%, 7,5% dan 10% sebagai penguat. Serbuk SiC mempunyai sifat yang tidak homogen dengan permukaan SiC yang tidak bisa membasahi oleh matrik cair. Selain SiC sebagai penguat pada penelitian ini juga menambahkan TiB 1% yang berfungsi penghalus butir. Dari penelitian ini penulis melakukan beberapa pengujian untuk mengetahui hasil dari pencampuran matrik yang ada. Pengujian yang dilakukan struktur mikro, densitas, kekerasan dan potensial.

**Kata kunci:** *metal matrix composite method; pengadukan semisolid; stir casting; grain refinement.*

### ABSTRACT

*In the study discuss about Metal Matrix Composite Method (MMC) which is so material consideration of each researcher in doing the casting. Or often called by mixing the matrix of alloys and pure matrices to produce better mixtures. But with its lightweight Aluminum properties, resistant to corrosion and easily formed. Aluminum is widely used for some research and production. But from some casting process there are many obstacles for mixing matrix Al and some other matrices. So in this study the authors tried with Semi Solid Stir Casting Process to get homogeneous results in SiC mixing with AlSi composites with SiC powder, but SiC powder has non homogeneous properties with SiC surface that can not be moistened by liquid matrix. In this study used Al7Si as its matrix material and SiC particles as SiC 5%, 7.5% and 10% and TiB 1%. In this process to determine the physical and mechanical properties of the AlSi-TiB-SiC composite, some tests were tested, the porosity test, and the hardness test.*

**Keywords:** *metal matrix composite; stirring semisolid; stir casting; grain refinement.*

## 1. PENDAHULUAN

MMC memadukan sifat mekanik matrik paduan dengan hasil ulet dan tangguh. Dengan melihat sifat dari MMC, maka perkembangan yang sangat pesat di dalam proses pencampuran komposit matrik logam dan matrik yang lain. Namun proses pencampuran partikel keramik ke dalam matrik cair mempunyai dua kelemahan adalah matrik keramik tidak terbasahi permukaan matrik cair, dan yang kedua adalah ada kecenderungan partikel keramik mengendap atau terapung. Namun semua tergantung dari jumlah berat

jenis apabila lebih besar atau lebih kecil dari metrik cair. Soe, Y.H [1] meneliti tentang pengecoran MMC mempergunakan *stir casting semi solid* yang memiliki tujuan supaya matrik aluminium akan mudah bercampur dengan SiC dan TiB menghasilkan komposit yang baik dengan penyebaran SiC yang merata dan *homogeny* serta TiB dapat membasahi permukaan matrik cair dan sebagai penghalus butir.

Hashim [2] meneliti partikel SiC dengan matrik AlSi7Mg2, mendapat hasil dengan menambah SiC sebagai bahan penguat dapat meningkatkan sifat kekerasannya, ketangguhan serta kekuatan tarikannya akan meningkat pada pemberian penambahan SiC sampai 10% dan dapat menurun pada 15% SiC yang dicampurkan. Dengan pedoman hasil penelitian tersebut maka, pada penelitian ini mencoba dengan SiC dari 0,5%, 7,5% dan 10%. Li Jian-guo [3] meneliti dengan variasi 0.2%, 0.5%, 1% mempunyai ukuran butir semakin kecil. Pada penelitian Bhusab Rajsh Kumar [4] juga mempergunakan master alloys 10% mendapat hasil ukuran butir semakin kecil. Mondal [9] meneliti dengan penambahan 15 TiB ukuran butir 55µm menghasilkan butir yang lebih halus mencapai 83%. Sehingga pada penelitian ini menggunakan 1% TiB berharap mendapat hasil butiran kecil seperti penelitian sebelumnya.

Penelitian Jokhio M.H [5] menggunakan metode *stir casting* pada pengecoran logam cair dan matrik memiliki beberapa keuntungan yang dapat digunakan, karena hasil yang diperoleh begitu sama dengan apa yang akan kita produksi. Pada pengecoran ini yang pertama kali dilakukan adalah persiapan bahan yang akan dilebur pada alat *Semi Solid Stir Casting* adalah Al ingot dan Al-TiB. Bahan tersebut dipotong dengan mesin potong dengan ukuran kecil sekitar 2-3 cm.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Proses Persiapan Bahan

Prosedur penelitian ini dilakukan seperti terlihat pada diagram alir dalam gambar 1 di bawah ini. Bahan yang dipergunakan adalah komposit MMC terhadap bahan utama pada aluminium A356 (Al7Si) yang didapat dari PT. Pinjaya Logam. Pemilihan bahan utama ini mempergunakan bahan tersebut dengan cara survei ke beberapa tempat dan membaca penelitian sebelumnya dengan beberapa keuntungan yang didapat dengan menggunakan bahan tersebut. Yang pertama dari bahan utama tersebut adalah komposisi aluminiumnya mencapai 100%, ringan, tahan korosi dan warna sangat menarik. Selain mempergunakan AlSi juga memakai serbuk SiC dengan ukuran nesh 400 (37-40µm) sebagai penguat, TiB sebagai *grain refinement* adapun komposisi masing bahan dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

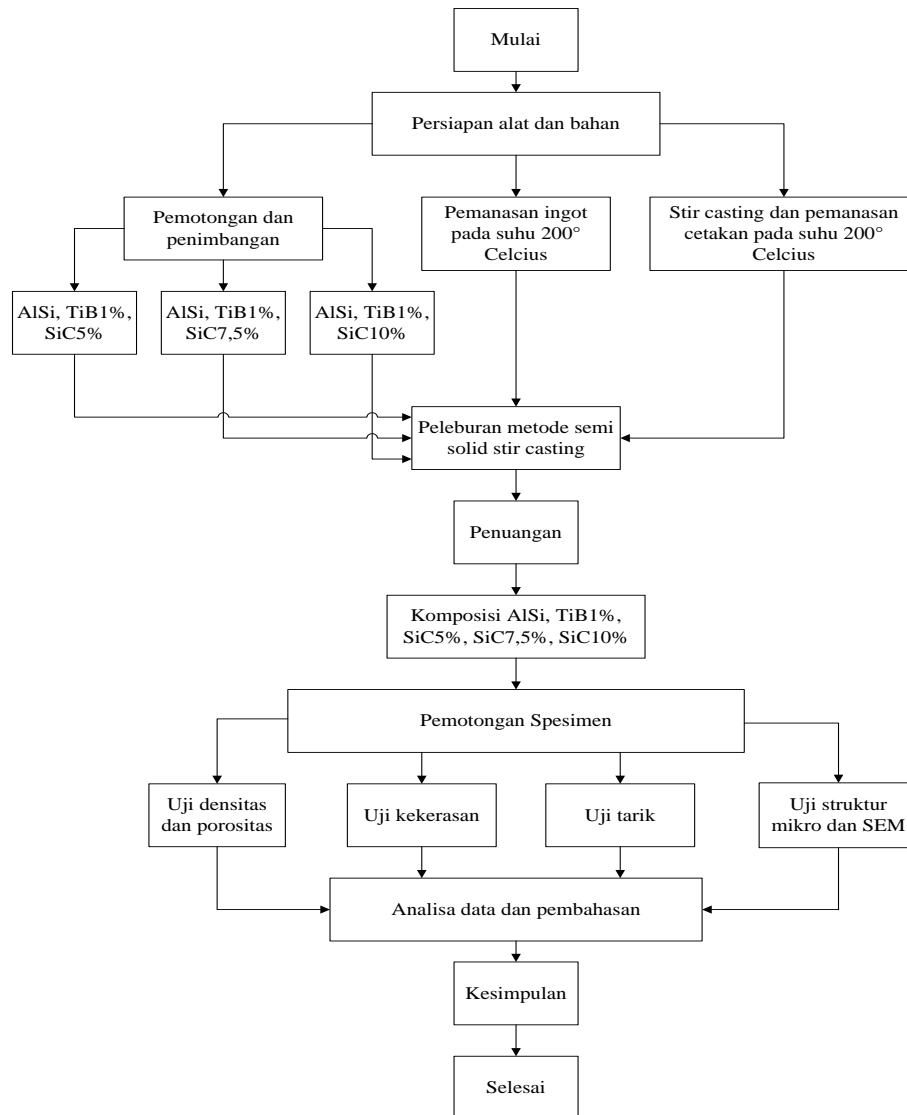
**Tabel 1. Komposisi kimia bahan [pengujian laboratorium]**

<i>Bahan</i>	<i>Komposisi Kimia (%)</i>							
	<i>Al</i>	<i>Si atau SiC</i>	<i>Fe</i>	<i>Mg</i>	<i>Mn</i>	<i>TI</i>	<i>B</i>	<i>Lainnya</i>
Al7Si (ingot)	92,39	7,26	0,147	0,07	0,008	-	-	0,125
SiC (serbuk)	0,03	98,6	0,1	0,03	-	-	-	1,24
TiB (ingot)	93,70	0,16%	0,16	-	-	5	0,98	-

Pada bahan yang sudah diperoleh sesuai dengan komposisi pada tabel 1 di atas. Kemudian bahan yang sudah ada dipotong menjadi kecil yang memiliki tujuan agar mempermudah proses pengecoran. Bahan dipotong dengan menggunakan mesin potong. Dari semua bahan yang dipotong dilakukan penimbangan satu persatu bahan yang akan dipergunakan sesuai dengan perhitungan massa variasi komposit yang akan dilakukan pengecoran.

### 2.2 Proses Persiapan Alat

Alat yang dipergunakan dipersiapkan dengan cara alat pengecoran matrik harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum dipergunakan. Karena temperatur peleburan yang dipergunakan 700°C dengan putaran *stir casting* mencapai 600 Rpm.



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

### **2.3 Proses Peleburan Bahan Komposit**

Setelah semua dipersiapkan, dimulai peleburan semua bahan-bahan komposit yang sudah dipersiapkan. Pertama bahan yang dileburkan adalah Al7Si terlebih dahulu sampai bahan ingot melebur atau mencair dengan menggunakan putaran mencapai 600 Rpm. Setelah ingot mencair dilanjutkan penambahan SiC dari 0,5%, 7,5% dan 10% sesuai dengan komposisi. Setelah melakukan pengecoran dengan komposisi pertama selesai sampai komposit tersebut mencair dan tercampur dengan benar. Bahan tersebut dituang pada cetakan yang sudah dipersiapkan dengan menggunakan pendinginan ruang. Kemudian dilanjutkan lagi dengan peleburan ingot Al7Si yang kedua sampai mencair kemudian ditambah dengan TiB dengan komposisi 1% sampai tercampur, setelah itu dilanjutkan pencampuran SiC dari 0,5%, 7,5% dan 10% sesuai dengan komposisi yang kedua yang diperlukan.

Pemotongan spesimen yang sudah jadi dengan ukuran potong harus disesuaikan agar mudah pengerjaan pengujian berikutnya. Spesimen tersebut dipotong dengan ukuran 20 x 20 x 20 mm disesuaikan pengujian yang akan dilakukan selanjutnya. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian densitas, porositas dan uji struktur mikro untuk melihat penghalusan butir. Pengujian tersebut pertama terlebih dahulu pengujian densitas dengan menimbang sampel uji di udara dan di dalam air. Pada perhitungan nilai densitas aktual dan densitas teoritis menggunakan persamaan sebagai berikut:

Densitas Aktual

$$\rho_m = \frac{m_s}{(m_s - m_g)} \times \rho_{H_2O} \quad (1)$$

Densitas Teoritis

$$\rho_{th} = V_f Al \cdot \rho_{Al} + V_f TiB \cdot \rho_{TiB} + V_f SiC \cdot \rho_{SiC} \quad (2)$$

Pada rumus diatas  $\rho$  adalah massa jenis teoritis masing-masing bahan. Sedang harga densitas aktual ( $\rho$  aktual), setelah itu dibandingkan dengan densitas teoritis untuk mendapatkan nilai porositas dari hasil pengecoran dengan memiliki persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{\rho_{teoritis} - \rho_{aktual}}{\rho_{teoritis}} \times 100\% \quad (3)$$

Untuk P adalah suatu porositas dari hasil pengecoran yang telah dilakukan sebelumnya.

Setelah dilakukan pengujian densitas, dilanjutkan uji kekerasan Rockwel B (HBR) yang berpedoman standar [6][8]. Di dalam pengujian kekerasan ini spesimen yang akan dipergunakan 3 buah, bagian yang akan di uji adalah bagian atas, tengah, dan bawah dengan menggunakan alat uji kekerasan Rockwell HR-150A. Persiapan bahan dengan cara permukaan spesimen dihaluskan dengan mesin poles, kemudian dilakukan pengujian dengan 3 kali langkah penekanan indentor untuk setiap spesimennya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Densitas dan Porositas

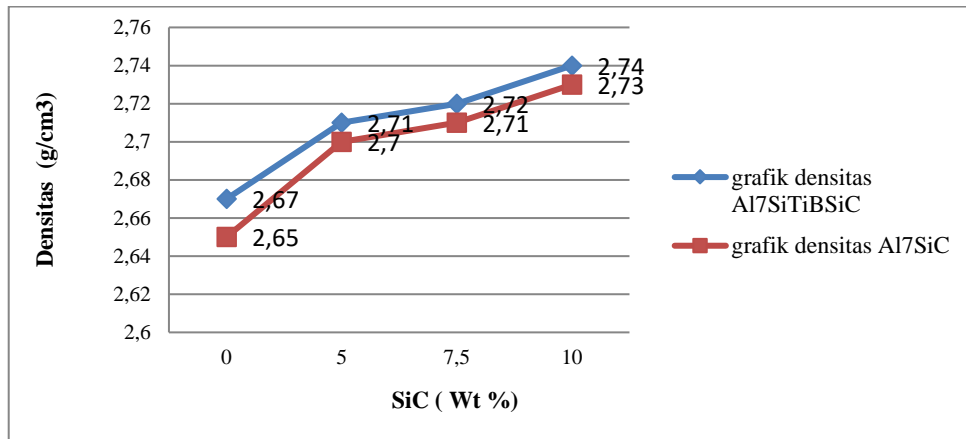
Pada pengujian yang telah dijelaskan diatas, diperoleh hasil pengujian densitas dan perhitungan porositas yang telah dilakukan sebelumnya dan dilakukan perhitungan yang dilakukan. Hasil yang dibahas disini matrik Al7Si dan Al7SiTiB yang diperkuat partikel SiC yang dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3 di bawah ini:

**Tabel 2. Hasil Uji Densitas**

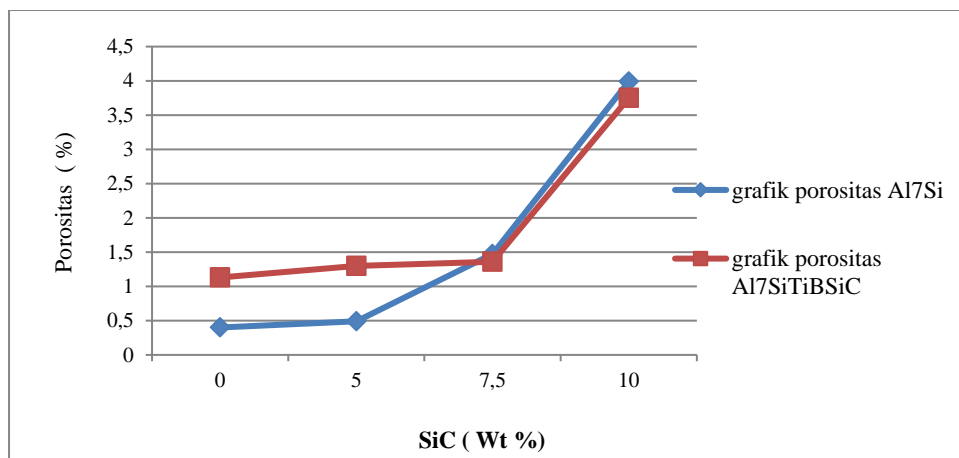
<i>AlTiB</i>	<i>Densitas (g/cm<sup>3</sup>)</i>	<i>AlTiB/SiC</i>	<i>Densitas (g/cm<sup>3</sup>)</i>
Al7Si1	2,65	Al7Si1TiB + SiC 0%	2,67
Al7Si1	2,70	Al7Si1TiB + SiC 5%	2,71
Al7Si1	2,71	Al7Si1TiB + SiC 7,5%	2,72
Al7Si1	2,73	Al7Si1TiB + SiC 10%	2,74

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Porositas**

<i>AlTiB</i>	<i>Porositas (%)</i>	<i>AlTiB/SiC</i>	<i>Porositas (%)</i>
Al7Si1SiC	0,4	Al7Si1TiB + SiC 0%	1,13
Al7Si1SiC	0,49	Al7Si1TiB + SiC 5%	1,30
Al7Si1SiC	1,47	Al7Si1TiB + SiC 7,5%	1,36
Al7Si1SiC	3,99	Al7Si1TiB + SiC 10%	3,75



Gambar 2. Grafik Densitas Al7Si dan Densitas Al7SiTiBSiC



Gambar 3. Grafik Porositas Al7Si dan Porositas Al7SiTiBSiC

Dari data densitas dan porositas komposit dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3 di atas, bahwa komposit Al7SiTiBSiC dengan persen SiC 5%, 7,5% dan 10% memiliki densitas yang meningkat seiring bertambahnya SiC yang ditambahkan ke dalam komposit tersebut. Namun pada penambahan SiC 10% penambahan menjadi 2,74 dibanding dengan komposit Al7Si densitasnya 2,73%. Jadi dengan kata lain komposit yang dibuat mengalami peningkatan dengan bertambahnya SiC.

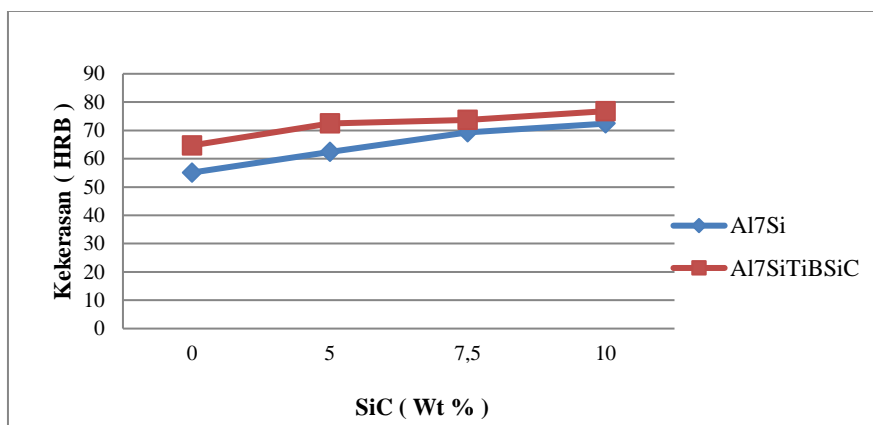
Sedangkan pada perhitungan porositas yang ada di dalam komposit Al7SiTiBSiC dengan menggunakan *stir casting*, pada penelitian sebelumnya menurut Hashim [7] memberi pernyataan porositas sering sekali terjadi pada proses *stir casting* karena adanya reaksi kimia yang ada pada bahan komposit tersebut dan alat *stir casting* atau pengaduknya. Karena reaksi kimia yang ada dengan partikel penguat dan matrik tersebut yang menghasilkan bertambahnya gas dan pada saat pengadukan sering terjadi permasalahan yaitu mariknya bertambah seiring dengan penambahan jumlah gas yang ada.

### 3.2 Uji Kekerasan

Setelah dilakukan uji densitas dan perhitungan porositas, selanjutnya pengujian kekerasan matrik Al7Si dan komposit Al7SiTiBSiC. Pengujian kekerasan menggunakan standar ASTM E 18-1 [8] yang dilakukan dengan Rockwel B (HRB). Hasil pengujian kekerasan yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

**Tabel 4. Hasil Pengujian Kekerasan Al7Si dan Al7SiTiBSiC**

<i>Matriks</i>	<i>Kekerasan (HRB)</i>	<i>Komposit</i>	<i>Kekerasan (HRB)</i>
Al7Si	58,6	Al7SiTiB +SiC 0%	71,3
Al7Si	71,7	Al7SiTiB + SiC 5%	73,4
Al7Si	72,2	Al7SiTiB + SiC 7,5%	74,1
Al7Si	73,2	Al7SiTiB + SiC 10%	78,4

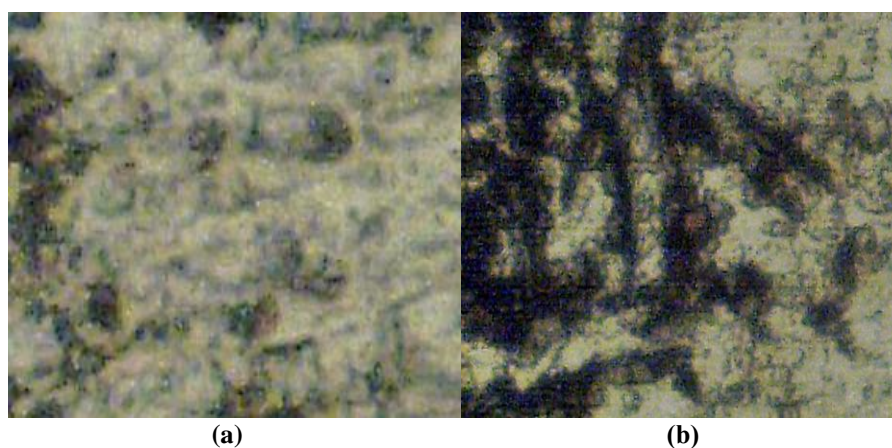


**Gambar 4. Grafik Kekerasan Al7Si dan Kekerasan Al7SiTiBSiC**

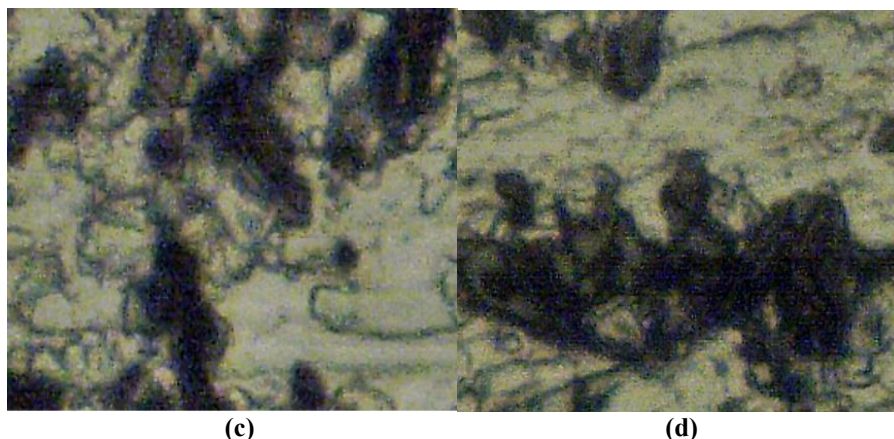
Dari hasil pengujian kekerasan yang telah dilakukan seperti terlihat pada tabel 4 dan gambar 4 diatas, bahwa pada komposit dengan penambahan SiC 5% kekerasannya meningkat 73,4%. Namun dengan penambahan TiB kekerasan meningkat menjadi 78,4%. Hasil ini seperti penelitian Saheb [10] dan Viswanatha [11] dengan penambahan SiC 5% nilai kekerasannya menjadi meningkat.

### 3.3 Uji Struktur Mikro

Dari keterangan di atas dengan penambahan TiB akan mempunyai hasil penghalusan butir. Jadi dari beberapa teori dan jurnal sebelumnya, maka pada pengujian yang dilakukan dengan penambahan TiB pada struktur mikro akan terlihat penghalusan butir tersebut. Seperti terlihat pada gambar 5 struktur mikro di bawah ini:



**Gambar 5. Struktur mikro komposit Al7SiTiB1% (a) 0%, (b) 5 % SiC**



**Gambar 5. Struktur mikro komposit Al<sub>7</sub>SiTiB<sub>1</sub>% (c) 7,5% SiC, (d) 10 % SiC**

Dari gambar 5 diatas pada komposit Al<sub>7</sub>SiTiBSiC dapat terlihat bahwa dengan penambahan SiC pada gambar (b, c dan d) terlihat warna abu-abu yang berbentuk bulat tidak beraturan. Maka bisa dijabarkan bahwa penambahan SiC pada penelitian ini membuktikan penyebarannya dapat membasahi matrik cair. Sedangkan penambahan TiB 1% memiliki hasil terdapat penghalusan butir yang dapat terlihat pada gambar (a, b, c, d).

#### **4. KESIMPULAN**

Dengan hasil-hasil data yang sudah didapatkan di dalam pengujian desintas, perhitungan porositas dan uji kekerasan dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

- a) Densitas komposit yang bermatrik aluminium akan meningkat dengan penambahan SiC dari 0% sampai semakin meningkat dengan SiC 10%. Namun dengan matrik diberi TiB 1% lebih meningkat densitas dan diberi penambahan SiC 10%
- b) Pada porositas yang ada pada matrik diberi penambahan SiC dari 0% ke 10% juga meningkat menjadi 3,99% porositas yang terjadi. Tapi matrik diberi TiB 1% dan SiC dari 0% sampai 10% lebih meningkat dari 1,13% menjadi 3,75%
- c) Kekerasan yang dihasilkan pada komposit bermatrik akan meningkat dengan penambahan SiC dan lebih meningkat lagi dengan matrik dengan diberi TiB1% dan SiC .
- d) Pada struktur mikro yang sudah dilakukan terlihat dengan penambahan TiB 1% terdapat penghalusan butir.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Soe,Y.H., Kang, C.G., (1995), “The Effect of Applied Pressure on Particle Dispersion Characteristic and Mechanical Properties in Melt Stiring Squeeze Cast SiC/Al Composites”, *J. Mater Process Technol*, 55, pp.370-379.
- [2] Hashim, J., 2001, “The Enhancement of Wettability of SiC Particles in Cast Aluminium Matrix Composite,”*Journal of Materials Processing Technology*, Ireland, p.329-335..
- [3] LI Jian-guo, YE Wei, LI Li, HUANG Min. Preparation of AlTiC Master Alloy Under Ultrasonic Vibration [ P]. CN 200410103904.3, 2004.(in Chinese).
- [4] Bhusan Rajesh Kumar, Sudhir Kumar, (2009), *Optimisation of Porosity of 7075 Al Alloy 10% SiC Composite Produced by Stir Casting Process Through Taguchi Method*, India.
- [5] Jokhio M.H, Panhwar M.I, Ali Unar M.,2011, “Manufacturing of Aluminum Composite Material Using Stir Casting Process”, *Journal of Engineering & Technology Maher University*, 30 -1, pp.53-64
- [6] ASM Handbook Vol 2, (1990), *Properties and Selection Nonferrous Alloy and Special-Purpose Materials*, ASM International.
- [7] Hashim, J., Looney, L., Hashmi, MSJ., (1999), “Metal Matrix Composites: Production by The Stir Casting Method”, *Journal of Material Processing Technology*, 92-93, pp. 1-7.
- [8] ASTM E18-11,(2012), *Standard Test Method for Rockwell Hardness of Metallic Materials*

- [9] Mondal. D.P, Nidhi JHA, Anshul B., (2012), “Effect of Al-TiB Master Alloy Addition on Microstructure, Wear and Compressive Deformation Behavior of Aluminium Alloys”. *Trans. Nonferrous Met. Soc., China* 22.
- [10] Saheb, DA. , (2011), “Aluminum Silicon Carbide and Aluminum Graphite Particulate Composites”, *Journal of Engineering and Applied Science*, 6, pp. 41-46.
- [11] Viswanatha, BM., Prasanna Kumar, M., Basavarajappa, S., (2013), “Mechanical Properties Evaluation of A356/SiCp/Gr Metal Matrix Composites”, *Journal of Engineering Science and Technology*, 8, pp. 754-763.