

## PENGARUH TEMPERATUR TUANG PADA PROSES PENGECORAN STIR CASTING TERHADAP DENSITAS DAN POROSITAS KOMPOSIT ALUMINIUM DIPERKUAT SERBUK BESI

Sulardjaka\*, D.B. Wibowo, Ariyanto, E.F. Setiaji

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

\*Email: sulardjaka@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini meneliti pengaruh temperatur tuang pada pembuatan komposit aluminium yang diperkuat serbuk besi, terhadap densitas dan porositas bahan komposit yang diperkuat dengan serbuk aluminium. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode stir cast. Proses pengadukan dilakukan pada temperatur 750 °C, dengan putaran pengadukan 400 rpm selama 10 menit. Pengujian densitas bahan komposit dilakukan dengan metode Archimedes. Hasil penelitian menunjukkan temperatur tuang 725 °C memberikan distribusi serbuk besi yang terbaik.

**Kata kunci:** aluminium komposit, stir casting, distribusi serbuk

### PENDAHULUAN

Komposit adalah struktur material yang terdiri dari kombinasi 2 bahan atau lebih, yang dibentuk dalam skala makroskopik dan menyatu secara fisik [1]. Unsur – unsur pembentuk komposit disebut penguat (serat atau partikel) dan pengikat (matrik). Matrik berfungsi untuk mengisi ruang dalam komposit, mengikat serat agar tetap pada posisinya, mentransfer tegangan ke serat, menjaga permukaan serat dari pengikisan dan menjaga serat dari pengaruh lingkungan luar [2].

*Metal Matrix Composite* (MMC) merupakan bahan teknik yang dibentuk dari kombinasi dua atau lebih bahan, untuk mendapatkan material baru dengan sifat yang lebih baik. MMC sedikitnya terdiri dari dua komponen, yaitu matrik logam dan penguat dalam bentuk serbuk, palet, *whisker*, serat pendek atau serat kontinyu. Jika dibandingkan dengan logam tunggal, MMC mempunyai keunggulan, yaitu : kekuatan spesifik lebih tinggi, ketahanan aus lebih baik, ekspansi termal rendah dan konduktivitas termal baik. MMC juga memiliki unjuk kerja pada temperatur tinggi lebih baik dibanding dengan komposit dengan matrik polimer.

Aluminium dan magnesium merupakan material ringan jika dibandingkan dengan besi atau baja. Material ini kadang tidak memiliki kekuatan yang mencukupi untuk beberapa aplikasi teknik. Kekuatan material tersebut dapat ditingkatkan, salah satunya adalah dengan mengembangkan MMC dengan menggunakan logam aluminium atau magnesium tersebut sebagai matrik. Bahan penguat bisa digunakan serat kontinyu, serat pendek, *wishkers* atau partikulat. MMC yang diperkuat secara kontinyu ataupun diskontinyu dapat digunakan pada aplikasi struktur. Bahan penguat meningkatkan kekuatan dan kekakuan bahan matrik. Bahan komposit MMC biasanya memiliki kekuatan lebih tinggi pada aplikasi temperatur tinggi, jika dibandingkan dengan bahan matriknya.

Sifat mekanis logam aluminium dapat ditingkatkan dengan proses presipitasi atau dengan

menambahkan penguat. Penguat yang ditambahkan dapat berupa serat kontinyu, serat pendek, *whisker* atau partikulat. Penambahan SiC sampai 15 %, meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus komposit *Aluminum Metal Matrix Composite* (AMMC) [3]. Kekerasan mikro pada daerah yang dekat dengan partikel SiC meningkat hingga mendekati kekerasan SiC. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Tekmen dan Cocen (2003) yang menyimpulkan bahwa penambahan partikel SiC dapat meningkatkan kekerasan bahan komposit AMMC. Peningkatan fraksi volume dari 10 % menjadi 20 % serbuk penguat meningkatkan kekerasan bahan komposit [4]. Hasil pengujian keausan Al 6061 dan Al 6061 yang diperkuat dengan SiC *wishker* dengan fraksi volume 25 % menunjukkan bahwa penambahan SiCw menyebabkan terbentuknya *thin surface layer*. Penambahan SiCw dapat meningkatkan ketahanan aus Al 6061 pada temperatur kamar maupun pada lingkungan dengan temperatur sampai dengan 300 °C [5]. Hasil penelitian Uygur dan Kulekci (2002) menyebutkan bahwa peningkatan fraksi volume dan ukuran partikel SiC menurunkan kekuatan *low cycle fatigue* komposit AMMC namun peningkatan fraksi volume pada ukuran partikel yang lebih halus dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan *low cycle fatigue* [6].

Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode *stir casting* pada pembuatan komposit. Parameter yang diteliti adalah pengaruh temperatur tuang terhadap densitas dan porositas bahan komposit aluminium yang diperkuat dengan serbuk besi.

### METODE PENELITIAN

Bahan dalam penelitian ini adalah aluminium dan serbuk besi. Bahan aluminium yang digunakan berasal dari aluminium limbah. Serbuk besi yang digunakan sebagai penguat berasal dari limbah geram hasil pembubutan besi cor. Geram limbah bubuk besi cor kemudian dihaluskan dengan peumbukan dan diayak, sehingga menghasilkan serbuk dengan ukuran mesh 320.

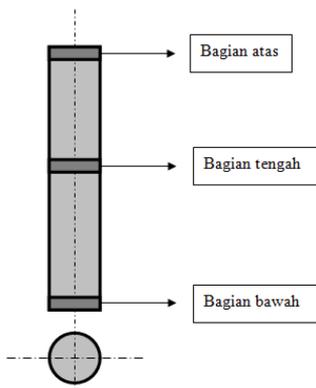
Pembuatan komposit dilakukan dengan proses *stir casting*. Pengadukan dilakukan dengan kecepatan putar 400 rpm, pada temperatur 750 °C. Penuangan logam cair ke cetakan dilakukan dengan variasi temperatur tuang : 700, 725 dan 750 °C. Produk komposit kemudian diuji densitas dan porositasnya. Pengujian densitas dilakukan dengan menggunakan metode Archimedes. Porositas dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah volume ruang kosong (rongga pori) yang dimiliki oleh zat padat terhadap jumlah dari volume zat padat itu sendiri. Porositas suatu bahan pada umumnya dinyatakan sebagai porositas terbuka atau *apparent porosity*, dan dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$Porosity = 1 - \frac{\rho_m}{\rho_{th}}$$

dimana:

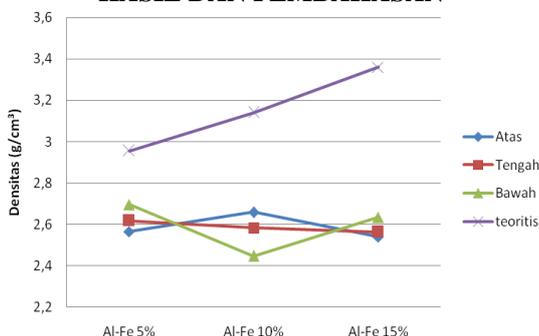
$\rho_m$  : densitas aktual (gram/cm<sup>3</sup>)  
 $\rho_{th}$  : densitas teoritis (gram/cm<sup>3</sup>)

Pengujian densitas dan porositas dilakukan pada bagian atas tengah dan bawah spesimen komposit. Skema pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema pengambilan spesimen

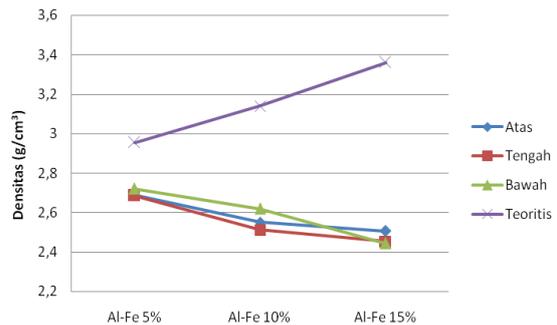
### HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Densitas komposit pada berbagai titik pengujian dan variasi % berat serbuk besi pada temperatur tuang 700 °C

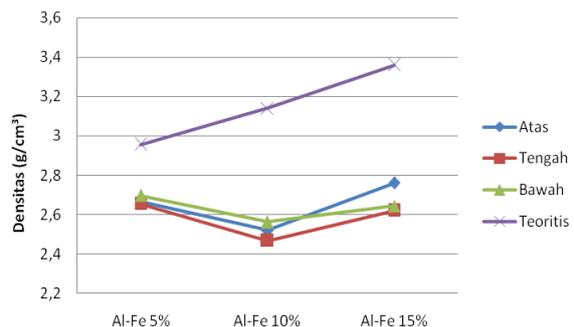
Gambar 2. menunjukkan densitas komposit pada bahwa pada pengambilan data atas, tengah dan bawah. Dari grafik tersebut dapat dianalisis bahwa densitas material Al-Fe 5 dan 15% paling besar terjadi

pada bagian bawah, nilainya secara berturut-turut yaitu 2,696 dan 2,635 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini disebabkan karena berat jenis material Fe lebih besar dibandingkan berat jenis material Al sehingga ketika proses penuangan berlangsung distribusi material Fe terbanyak mengarah pada bagian bawah. Besarnya densitas teoritis logam Al nilainya 2,7 g/cm<sup>3</sup>, sedangkan serbuk Fe yang digunakan nilai densitasnya 7,1 g/cm<sup>3</sup>. Dengan demikian komposisi Fe dibagian bawah lebih banyak dibandingkan bagian tengah dan atas. Akan tetapi densitas material Al-Fe 10% paling besar terjadi pada bagian atas, nilainya yaitu 2,659 g/cm<sup>3</sup>.



Gambar 3. Densitas komposit pada berbagai titik pengujian dan variasi % berat serbuk besi pada Temperatur tuang 725 °C

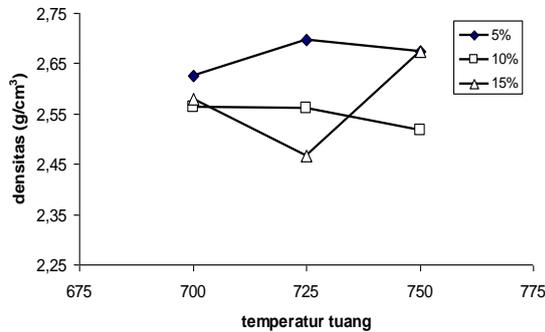
Gambar 3 menunjukkan densitas bahan komposit pada pengambilan data atas, tengah dan bawah pada temperatur tuang 725 °C. Dari grafik tersebut dapat dianalisis bahwa densitas material Al-Fe 5 dan 10% paling besar terjadi pada bagian bawah, nilainya secara berturut-turut yaitu 2,72 dan 2,619 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini disebabkan karena berat jenis material Fe lebih besar dibandingkan berat jenis material Al sehingga ketika proses penuangan berlangsung distribusi material Fe terbanyak mengarah pada bagian bawah.



Gambar 4. Densitas komposit pada berbagai titik pengujian dan variasi % berat serbuk besi pada Temperatur tuang 750 °C

Gambar 4 menunjukkan densitas bahan komposit pada pengambilan data atas, tengah dan bawah pada temperatur tuang 725 °C. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa densitas material Al-Fe 5 dan 10% paling besar terjadi pada bagian bawah, nilainya secara berturut-turut yaitu 2,696 dan 2,562

g/cm<sup>3</sup>. Hal ini sesuai dengan teori bahwa berat jenis material Fe lebih besar dibandingkan berat jenis material Al sehingga ketika proses penguangan berlangsung distribusi material Fe terbanyak mengarah pada bagian bawah.



**Gambar 5.** Pengaruh temperatur tuang dan variasi % berat serbuk besi terhadap densitas komposit.

Pada Gambar 5. ditunjukkan pengaruh temperatur tuang dan % berat serbuk besi terhadap densitas komposit. Pada Gambar tersebut ditunjukkan bahwa densitas rata-rata pada penambahan fraksi Fe 5%, 10%, dan 15% berturut-turut pada temperatur penguangan 700°C sebesar 2,626 gr/cm<sup>3</sup>, 2,563 gr/cm<sup>3</sup>, 2,579 gr/cm<sup>3</sup>. Densitas rata-rata pada penambahan fraksi Fe 5%, 10%, dan 15% berturut-turut pada temperatur penguangan 725°C sebesar 2,697 gr/cm<sup>3</sup>, 2,561 gr/cm<sup>3</sup>, 2,467 gr/cm<sup>3</sup>. Densitas rata-rata pada penambahan fraksi Fe 5%, 10%, dan 15% berturut-turut pada temperatur penguangan 750°C sebesar 2,671 gr/cm<sup>3</sup>, 2,517 gr/cm<sup>3</sup>, 2,675 gr/cm<sup>3</sup>.

### KESIMPULAN

1. Densitas rata-rata pada penambahan fraksi Fe 5%, 10%, dan 15% berturut-turut pada temperatur penguangan 700°C sebesar 2.626 gr/cm<sup>3</sup>, 2.563 gr/cm<sup>3</sup>, 2.579 gr/cm<sup>3</sup>. Densitas rata-rata pada penambahan fraksi Fe 5%, 10%, dan 15% berturut-turut pada temperatur penguangan 725°C sebesar 2.697 gr/cm<sup>3</sup>, 2.561 gr/cm<sup>3</sup>, 2.467 gr/cm<sup>3</sup>. Densitas rata-rata pada penambahan fraksi Fe 5%, 10%, dan 15% berturut-turut pada temperatur penguangan 750°C sebesar 2.671 gr/cm<sup>3</sup>, 2.517 gr/cm<sup>3</sup>, 2.675 gr/cm<sup>3</sup>.
2. Porositas rata-rata pada penambahan fraksi Fe 5%, 10%, dan 15% berturut-turut pada temperatur penguangan 700°C sebesar 0,112%, 0,184%, 0,232%. Porositas rata-rata pada penambahan fraksi Fe 5%, 10%, dan 15% berturut-turut pada temperatur penguangan 725°C sebesar 0,086%, 0,184%, 0,266%. Porositas rata-rata pada penambahan fraksi Fe 5%, 10%, dan 15% berturut-turut pada temperatur penguangan 750°C sebesar 0,0958%, 0,1985%, 0,2038%.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Van Vlack, L. H., 1992, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, terjemahan Sriati Djaprie, Erlangga, Jakarta, 1992.
2. Shackelford, 1992. "Introduction to Materials Science for Engineer", Third Edition, Publishing Company, New York, USA
3. Ramachandra, M., dan Radhakrishna, K., 2004, "Study of Abrasive Wear Behavior Al-Si (12%)-SiC Metal Matrix Composite Synthesized Using Vortex Method", *International of Symposium of Research Students on Material Science and Engineering*, Chennai – India, 20 – 22 Desember 2004.
4. Tekmen, C., dan Cocen, U., 2003, "The Effect of Si and Mg on Age Hardening Behavior of Al – SiCp Composite", *Journal of Composite Materials*, Vol. 37 (20), pp : 1791 – 1801.
5. Ahn, J.J. dan Ochiai, 2002, "The Effect of Wear Environment Temperature on The Wear Behavior and Friction Coefficient of SiCw/Al Composite", *Journal of Composite Materials*, Vol. 37 (12), pp : 1083 – 1093.
6. Uygur, I., dan Kulekci, M.K., 2002, "Low Cycle Fatigue Properties of 2124 – SiCp Al Alloy Composites", *Turkish J Eng. Env. Sci.* (26), pp : 265 – 274.