

Sifat Mekanik dan Termal Material Komposit Logam Al-Cu-Mg/ SiC melalui Proses Annealing Hasil Stir Casting

Inggit Alfiani Julianti ^{1,a)}, Anggara Budi Susila ¹, Erfan Handoko ¹

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta
Jl. Rawamangun Muka No.1, Jakarta, 13220, Indonesia

^aEmail : inggitalfiani05@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan proses sintesis dari komposisi matriks Al-Cu-Mg dengan filler SiC dengan proses annealing hasil dari stir casting untuk mendapatkan komposit logam Al-Cu-Mg/SiC. Diawali dengan peleburan Aluminium yang dicampur dengan Cu (4.4%) , Mg (1.8%) dan variasi SiC dalam bentuk serbuk yang terlebih dahulu dicampurkan agar lebih homogen. Variasi SiC yang digunakan antara lain 2.5 % , 2.8% , dan 3.1 % . Proses peleburan terjadi pada suhu 900°C sampai berbentuk fasa semisolid. Setelah itu dilakukanlah proses pengadukan komposit menggunakan stir casting dengan kecepatan 250 rpm selama 10 menit. Paduan yang dihasilkan akan dicetak dan di dinginkan pada suhu ruang untuk selanjutnya akan dipotong. Setelah itu dilakukan proses annealing selama 2 jam dengan suhu 450 °C dan di ageing selama 16 jam pada 160 °C. Setelah itu sampel akan dipotong untuk di uji SEM (Scanning Electron Microscope), XRD (X-Ray Diffraction), EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy), serta uji kekerasan bahan Hardness Vickers. Hasil penelitian ini menunjukkan pada pengujian SEM ditemukannya partikel SiC yang menunjukkan bahwa Al-Cu-Mg/SiC merupakan material komposit dan Nilai kekerasan Vickers tertinggi pada komposit Al-Cu-Mg/SiC 3.1% yaitu 66.18 kg/mm².

Kata Kunci: matriks Al-Cu-Mg, filler SiC, komposit logam Al-Cu-Mg/SiC, stir casting, annealing, ageing

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi saat ini sangatlah berkembang pesat, khususnya di bidang material . Banyak penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan bahan material agar mempunyai sifat-sifat mekanis seperti kekuatan, kekerasan yang optimal untuk aplikasi tertentu. Penggunaan material yang memiliki bobot ringan mulai dikembangkan sebagai alternatif pengganti logam monolith. Hal ini yang mendorong para peneliti untuk mengembangkan material dan paduan baru untuk menjawab tantangan tersebut. Salah satu material yang dikembangkan adalah material komposit, terutama material komposit matriks logam dan matriks polimer. ^[1]

Perkembangan dunia perindustrian saat ini mulai mempertimbangkan material aluminium sebagai bahan utama dalam proses produksi. Hal ini dikarenakan aluminium dan paduan aluminium termasuk logam ringan yang memiliki kekuatan tinggi, tahan terhadap karat, konduktor listrik yang cukup baik dan aluminium lebih ringan dari pada besi atau baja. ^[3].

Akan tetapi dalam proses pencampuran partikel bahan keramik atau *filler* yaitu berupa SiC terdapat kelemahan. Kelemahan tersebut adalah kecenderungan partikel keramik (SiC yang berbentuk serbuk) terjadi pengendapan atau terapung pada beberapa bagian, ini semua tergantung dari berat jenisnya apakah lebih besar atau lebih kecil dibanding dengan *matriks* cair nya.

Beberapa penelitian dilakukan untuk mengatasi permasalahan pada pengecoran aluminium berpenguat SiC. Salah satu metode yang dipakai adalah teknik *stir casting* menggunakan pengadukan dengan putaran tinggi. Tujuan utamanya adalah untuk mendapatkan distribusi partikel keramik yang seragam. ^[20] Pengadukan mekanik diperlukan untuk meningkatkan *wettability*. Pengadukan pada kondisi cair sempurna

mengakibatkan partikel penguat mengapung di permukaan matrik cair. Pengadukan pada kondisi *semi solid* bisa membantu penyatuan matrik dan penguat, namun harus dipanaskan lagi sampai suhu penguangan.^[22]

Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan proses *stir casting* dan juga di berikan perlakuan untuk untuk mengasilkan komposit logam yang baik yaitu berupa *annealing* dan juga *aging*.

METODE PENELITIAN

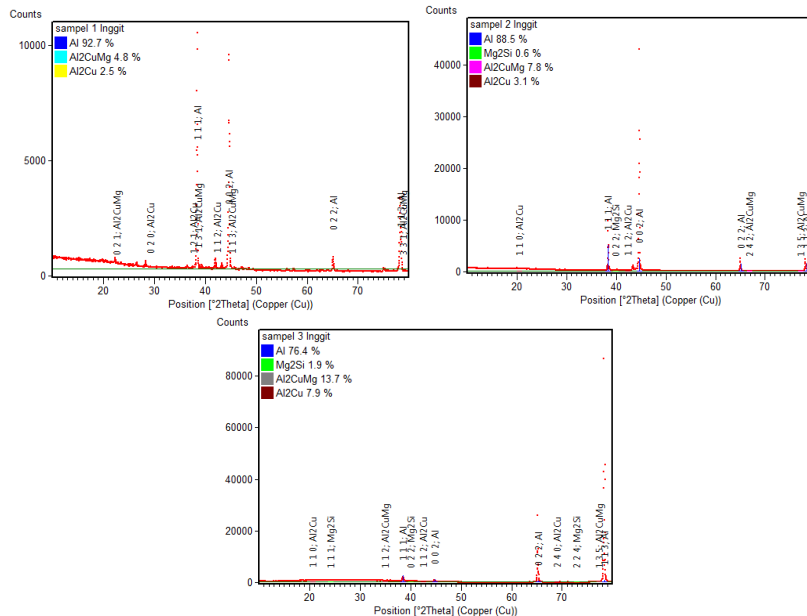
Preparasi diawali dengan menimbang setiap material yaitu berupa aluunium, Cu 4.4 % ,Mg 1.8% , dan variasi SiC yaitu 2.5%, SiC 2.8% dan Sic 3.1%. Proses homogenisasi dilakukan dengan cara mencampur seluruh bahan dan dileburkan dalam temperatur 900°C . Setelah itu paduan aluminium, tembaga, magnesium, dan SiC mencapai suhu lelehnya,. Kemudian berikan proses pengadukan *stirring casting* pada suhu yang telah ditentukan , selanjutnya untuk proses pengadukan dilakukan dengan motor pengaduk dengan putaran 250 rpm selama 10 menit. Mengulang langkah tersebut dengan menggunakan komposisi SiC yang berbeda.

Setelah itu dilakukan pencetakan paduan dan selanjutnya sample akan di proses *annealing* selama 2 jam dengan temperatur 450°C. Selanjutnya dilakukan pendinginan dilakukan pada udara suhu ruang, setelah mencapai suhu ruang dan padat.

Ketika sampel sudah bersuhu ruang barulah di beri *aging* sebagai salah satu prosesnya selama 16 jam dengan suhu 160 °C.

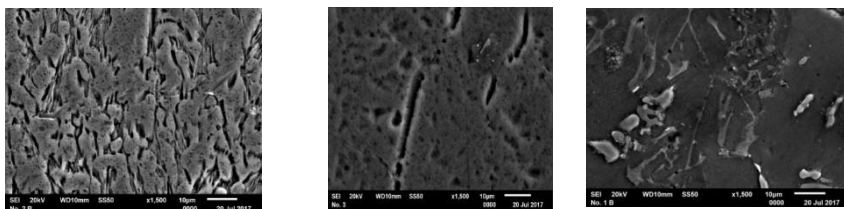
Pengujian yang dilakukan meliputi SEM, XRD ,EDS), serta uji kekerasan bahan Hardness Vickers.

HASIL DAN PEMBAHASAN

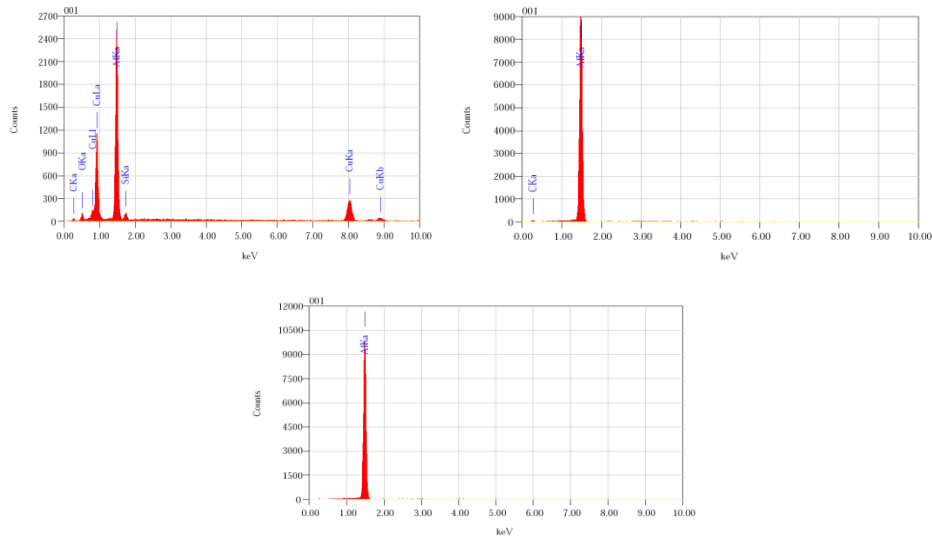


Gambar 1 merupakan hasil uji xrd dari SiC 2.5% (sampel 1) , SiC 2.2% (sampel 2) , dan SiC 3.1% (sampel 3)

Hasil pencocokan (*matching*) antara data hasil pengukuran dengan database difraksi sinar-x (ICDD). Didapatkan fasa – fasa seperti Al2CuMg, Al2Cu, dan Mg2Si.fasa yang bergabung dengan Si sangatlah kecil itu dikarenakan jumlah komposisi SiC nya lebih kecil di dibanding matriksnya yaitu Aluminium.

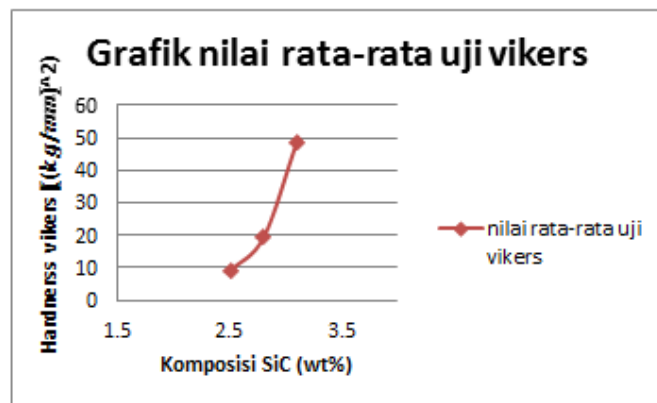


Gambar 2 Hasil uji sem pada komposit Al-Cu-Mg / SiC

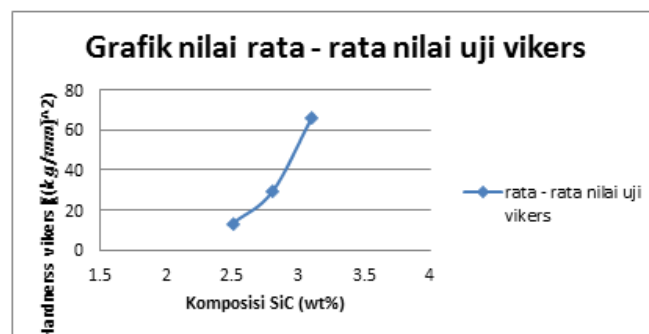


Gambar 3 hasil EDS komposit Al-Cu-Mg / SiC sampel 1(2.5%),sampel 2(2.8%) dan sampel 3 (3.1%)

Dari EDS tersebut didapatkan Si, itu menunjukkan bahwa Al-Cu-Mg / SiC merupakan komposit dimana matriksnya berupa Alumuniun telah bercampur dengan *fillernya* yaitu SiC.

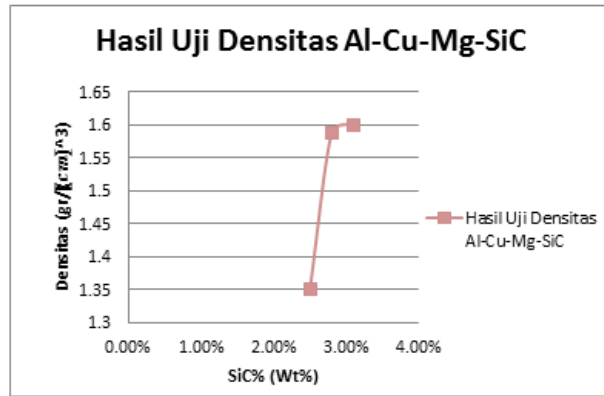


Gambar 4 Nilai rata-rata hasil uji Vikers komposit Al-Cu-Mg / SiC sebelum di treatment



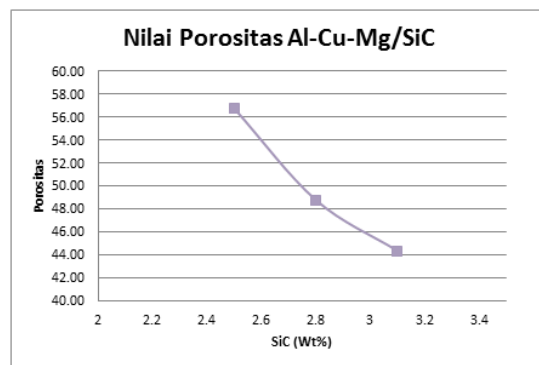
Gambar 5 Nilai rata-rata hasil uji Vikers komposit Al-Cu-Mg / SiC sesudah di treatment

Terdapat perbedaan pada grafik 4 dan grafik 5. Grafik pada gambar 5 menunjukkan bahwa semakin besar komposisi SiC yang ditambahkan maka sifat kekerasannya pun akan semakin meningkat dan kekerasan juga meningkat setelah diberikan perlakuan *annealing*. semakin besar jumlah komposisi penguat yang digunakan, semakin tinggi nilai kekerasan yang diperoleh dan terjadi peningkatan ikatan antar partikel^[25].



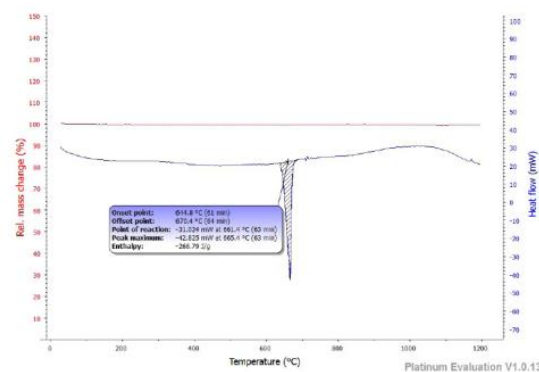
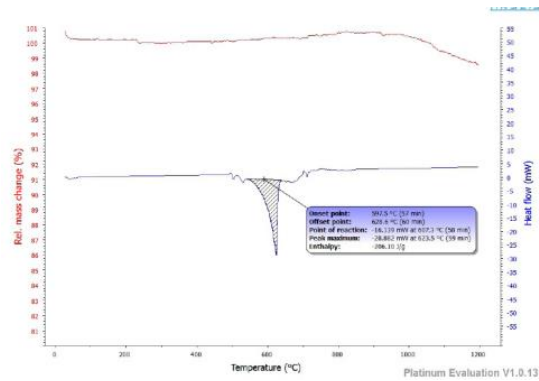
Gambar 5 Hasil uji densitas komposit Al-Cu-Mg / SiC pada SiC 2.5%,2.8%,dan 3.1%

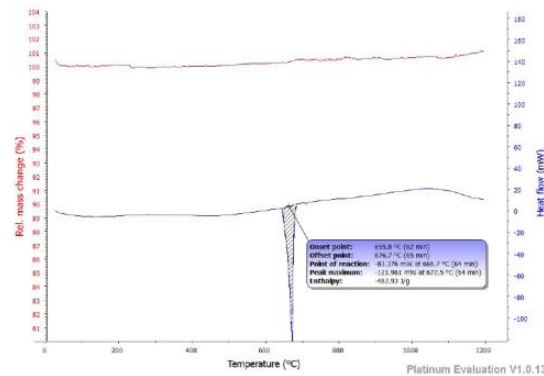
Sampel 1 sebesar 1.351689 g/cm³, sampel 2 sebesar 1.588896 g/cm³, dan sampel 3 sebesar 1.600265 g/cm³.



Gambar 6 Hasil uji porositas komposit Al-Cu-Mg / SiC pada SiC 2.5%,2.8%,dan 3.1%

Untuk nilai porositasnya pada sampel 1 sebesar 56.74347399, pada sampel 2 sebesar 48.76702044, dan pada sampel 3 sebesar 44.32121476.





Gambar 7 Hasil uji DTA komposit Al-Cu-Mg / SiC pada SiC 2.5%,2.8%,dan 3.1%

DTA melibatkan pemanasan atau pendinginan dari sampel pengujian dan sampel referensi dibawah kondisi yang identik saat dilakukan perekaman dalam berbagai perbedaan temperatur antara sampel dan referensi. Perbedaan temperatur ini lalu di plot berdasarkan waktu atau temperatur.^[26]

Sampel 1 maka entalphy ΔH sebesar -206.10 J/g, pada sampel 2 entalphy ΔH sebesar -266.79 J/g, sedangkan pada sampel 3 entalphy ΔH sebesar -482.93 J/g. Untuk titik lebur dari komposit Al-Cu-Mg / SiC didapatkan pada SiC 2.5% sebesar 597.5°C, pada 2.8% didapatkan 644.8 °C, dan 3.1% didapatkan sebesar 655.8°C. Dalam hal ini terdapat peningkatan titik leburnya. Dalam hal ini semakin banyak jumlah komposisi SiC akan mempengaruhi peningkatan titik lebur dari komposit Al-Cu-Mg / SiC.

KESIMPULAN

Fasa yang terbentuk pada sampel yang paling dominan adalah Aluminium. Selain itu fasa yang terbentuk dalam 2θ lainnya adalah Al_2CuMg , Al_2Cu dan Mg_2Si . Fasa dominan yaitu aluminium dengan intensitas terbesar pada 2θ yaitu pada sampel 1 dengan SiC 2.5% sebesar 38.4432° , dan pada sampel 2 dengan SiC 2.8% sebesar 38.4103° , sedangkan pada sampel 3 dengan SiC 3.1 % sebesar 78.4436° . Nilai kekerasan Vickers tertinggi yaitu terdapat pada sampel 3 dengan kandungan Al- 4,4% Cu-1,8% Mg SiC sebanyak 3.1% sebesar 66.18 kg/mm^2 , berbeda dengan sebelum di treatment yaitu sebesar 48.83 kg/mm^2 . Ini menunjukkan bahwa semakin banyak komposisi SiC maka semakin keras materialnya. Selain itu hasil densitas menunjukkan bahwa nilai densitas yang didapatkan adalah Sampel 1(SiC 2.5%) sebesar 1.351689 g/cm^3 , sampel 2 (SiC 2.8%) sebesar 1.588896 g/cm^3 , dan sampel 3(SiC 3.1%) sebesar 1.600265 g/cm^3 . Untuk nilai porositasnya pada sampel 1 sebesar 56.74347399, pada sampel 2 sebesar 48.76702044, dan pada sampel 3 sebesar 44.32121476. Dalam hal ini porositas mengalami penurunan. Untuk hasil DTA Sampel 1 maka entalphy ΔH sebesar -206.10 J/g, pada sampel 2 entalphy ΔH sebesar -266.79 J/g, sedangkan pada sampel 3 entalphy ΔH sebesar -482.93 J/g. Untuk titik lebur dari komposit Al-Cu-Mg / SiC didapatkan pada SiC 2.5% sebesar 597.5°C, pada 2.8% didapatkan 644.8 °C, dan 3.1% didapatkan sebesar 655.8°C. Dalam hal ini terdapat peningkatan titik leburnya. Dalam hal ini semakin banyak jumlah komposisi SiC akan mempengaruhi peningkatan titik lebur dari komposit Al-Cu-Mg / SiC.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Drs. Anggara Budi Susila, M.Si dan Dr. Erfan Handoko, M.Si atas waktu, bimbingan dan saran yang membangun, terimakasih pula kepada Ayah dan Ibu atas dukungan, doa dan motivasinya, kepada Laboratorium Fisika Material Universitas Negeri Jakarta atas fasilitas peralatannya, kepada teman-teman Fisika UNJ 2013 atas motivasi dan semangat yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fuadi Hasan, Anne Zulfia, dan Yusuf Afandi. 2013. *Fabrikasi Komposit Matriks Logam $Al_5Cu/SiC(p)$ dengan metode stir casting dan karakterisasinya*. Jakarta : Universitas Indonesia.
2. Surappa MK and Rohatgi PK, "Preparation and Properties of Cast Aluminium Ceramic Particle Composite", *Jurnal of Material Science* No 16, 1981. p. 981-992.

3. Sudrajat, Angger. 2012. Analisis Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Aluminium Aa 1100 Dengan Metode *Friction Stir Welding* (FSW)
4. Barun , Ir.Aznam. dan Budi Agraham. *Analisis Ketahanan Sambungan Keling Pada Aluminium 2024 dengan Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro*. Jurnal. Universitas Muhammadiyah Jakarta: Jakarta.
5. Syahbuddin, dkk. Paduan Al A356 Setengah Padat dengan Menggunakan Las Asetelin dan Las Listrik. Jakarta.
6. Weast, R.C. 1977, *Handbook of Chemistry and Physics*, 88th edition, CRC
7. Selamet, Sugeng. *Pengaruh Konsentrasi Cu Pada Proses Pembekuan Searah Terhadap Sifat Mekanis Paduan Al-Cu*. Jurnal. Universitas Maria Kudus : Kudus
8. S. Shivkumar et al., Influence of Solution Treatment on Tensile Properties of Sr Modified Al-Si-Mg Alloys, *Journal of Heat Treating*, 8, pp. 63–70, 1990.
9. Arino Anzip , Suhariyanto. 2006.Peningkatan Sifat Mekanik Paduan Aluminium A356.2 dengan Penambahan Manganese (Mn) dan Perlakuan Panas T6. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
10. P, Purwanto, Supardi, Ari, Handayani Karakterisasi. 1999. *Paduan Al2024, Al2091 Dan Al8090*. Jurnal. Batan : Kawasan Puspipstek Serpong
11. Adril ,Elvis. dan Zulfikar Sri Mulyadi Dt. Basa dan Nini Firmawati. 2010. *Pengaruh Penambahan Mangan Terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium A7075*.Jurnal. Politeknik Negeri Padang dan Universitas Andalas Padang : Padang
12. Awi Andoko, Budi Harjanto. Yuyun Estriyanto. 2012. *Analisis Struktur Hasil Repair Welding Tentang Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Cast Wheel Aluminium Dengan Metode Pengelasan MIG*. Universitas Sebelas Maret : Surakarta
13. X. J. Liu, I. Ohnuma, R. Kainuma, K. Ishida. 1998. *Thermodynamic assessment of the Aluminum-Manganese (Al-Mn) binary phase diagram*. Jurnal. Departement of Materials Science, Graduate School of Egeineering. Tohoku University : Japan
14. Nugroho, Fajar. 2015. Pengaruh Rapat Arus Anodizing Terhadap Nilai Kekerasan Pada Plat Aluminium Paduan AA Sei 2024-T3. Yogyakarta.
15. Mel. M. Schwartz, 1997, *Composites Materials, Processing, Fabrication and Applications*, Prentice Hall, pp. 470-485.
16. Sahin Y. dan Murphy, S., (1996), The Effect of Fibre Orientation of The Dry Sliding Wear of Borsic Reinforced Aluminium Alloy, *S. Mater Sci*, 34, pp.5399-5407.
17. Ali Mazahery ,Mohsen Ostad Shabani. characterization of cast A356 alloy reinforced with nano SiC composites, *Science Direct Nonferrous Met.Soc. China*.22(2002)275-280.
18. ASM Handbook. Volume 4. Heat Treating. ASM International. USA. 1991.
19. Taha, MA., and El-Mahallawy, NA. (1993). “Advances in Metal Matrix Composites”. *Key Engineering Materials* 79-80, 75-90.
20. Hashim, J., et al. (2001). “The Wettability of SiC Particle in Cast Aluminium Matrix Composites”. *Journal of Material Processing Technology* 119, 329-335.
21. Luangvaranunt T, Dhadsanadhep C, Umeda J, dkk *Trans* 2010;51.
22. Kissel, Randolph J. Robert L., 2002, Gupta M., Qin S., 1997
23. Susila · Anggara Budi and Bambang Soegijono , Structure and Mechanical Properties of Al-Cu/SiC Composite Prepared by Hot Press Method, Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia. 2013
24. Warsiti. 2005. Studi Pengaruh Suhu *Annealing* terhadap Struktur kristal dan Magnetoresistansi *Permalloy* NiFe Hasil Elektrodeposisi. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
25. Suarsana, Ketut dan Putu Wijaya. 2015. Studi Ekperimen Pembuatan Komposit Metal *Matriks* Aluminium Penguat SIC Wisker dan Al₂O₃ Partikel sebagai Material Alternatif. Bali : Politeknik Negeri Bali
26. H. K. D. H. Bhadeshia. *Thermal Analysis Techniques*. University of Cambridge, Materials Science & Metallurgy.