

PENGARUH TEMPERATUR ARTIFICIAL AGING TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO KOMPOSIT AA6061-SiC/P

Bintang Rizcky Soeharwono^{1*}, Sumarji², Mahros Darsin², Rahma Rei Sakura², Digdo Listyadi²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember 68121

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember 68121

Email: *rizcky.bintang@gmail.com

ABSTRAK

Metal Matrix Composite (MMC) atau komposit matriks logam merupakan material berfasa ganda yang dibuat secara konvensional yang menggunakan logam sebagai matriksnya. MMC memiliki sifat yang ringan, kuat, dan tahan korosi. AA6061-SiC merupakan komposit yang dibuat dengan metode stir casting dengan matriks aluminium AA6061 dan diperkuat oleh partikel keramik SiC. Komposit ini memiliki sifat hardenable dengan artian komposit ini mampu ditingkatkan sifat mekaniknya dengan perlakuan panas. Perlakuan panas yang akan diberikan pada komposit merupakan perlakuan T6 dengan memanaskan hingga 530°C selama 1 jam (Solution Heat Treatment) dan didinginkan secara cepat dengan media air, komposit yang sudah dingin kemudian dipanaskan kembali (Artificial Aging) dengan temperatur 150°C, 180°C, dan 210°C.

Kata Kunci: Komposit, MMC, Perlakuan Panas, Artificial Aging

PENDAHULUAN

Pada zaman modern ini, material dengan kekuatan tinggi tidaklah cukup untuk memenuhi keinginan para konsumen. Selain kekuatan tinggi, densitas yang rendah juga merupakan salah satu faktor penting bagi sebuah material. Faktanya, manusia mulai meninggalkan teknologi-teknologi yang sangat berat dan mulai berlomba menemukan teknologi dengan kualitas tinggi, kekuatan tinggi, namun dengan massa yang ringan. Untuk merealisasikan hal tersebut maka manusia menggunakan teknologi bernama komposit yang dapat merealisasikan kekuatan tinggi namun tetap ringan [7].

Komposit AA6061/SiCp merupakan komposit yang dibuat dengan Aluminium AA6061 sebagai matriks dan partikel SiC sebagai penguat. Komposit ini memiliki sifat mekanik yang kuat dan keras serta memiliki ketahanan korosi yang sangat bagus. Kekuatannya yang tinggi dapat ditingkatkan lagi dengan cara memberikan beberapa perlakuan panas sehingga material ini sangat cocok untuk dimanfaatkan dalam bidang keteknik-mesinan [19].

Komposit akan diberikan perlakuan panas pengerasan presipitasi berupa perlakuan panas T6 yang dimulai dengan *Solution Heat Treatment* kemudian *Artificial Aging*. Perubahan yang terjadi selama perlakuan panas akan dianalisis oleh penulis.

METODOLOGI

Pembuatan komposit dilakukan dengan metode *stir casting* dengan matriks AA6061, penguat SiC sebanyak 6% wt, dan Mg 1% wt sebagai penguat *interface*. Perlakuan panas yang akan diberikan pada komposit merupakan perlakuan T6 dengan memanaskan hingga 530°C selama 1 jam (*Solution Heat Treatment*) dan didinginkan secara cepat dengan media air, komposit yang sudah dingin kemudian dipanaskan kembali (*Artificial Aging*) dengan temperatur 150°C, 180°C, dan 210°C.

Pengujian tarik dilakukan sesuai standar ASTM E8/E8M – 13a. Komposit dibentuk sesuai dengan standar ASTM E8/E8M – 13a melalui proses pembubutan guna mencapai hasil pengujian yang baik.

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *Rockwell* dengan skala F

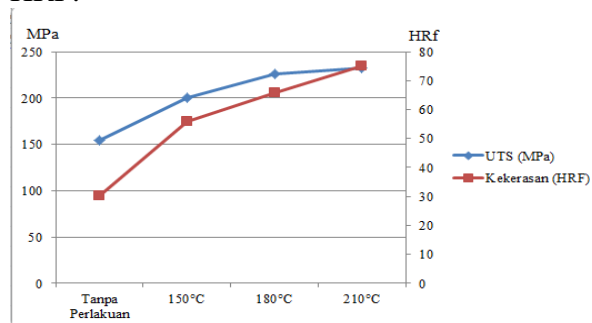
dimana pengujian ini menggunakan beban sebesar 60 kgf dan bola indentor 1/16 inci. Sebelum dilakukan pengujian kekerasan, komposit dipoles dengan kertas amplas grit 200 hingga 600.

Pengujian struktur mikro dilakukan dengan mikroskop optik dan SEM. Sebelum pengujian, komposit diampelas menggunakan kertas amplas grit 200 hingga 2000 kemudian dipoles menggunakan kain beludru dan autosol. Pengetsaan dilakukan dengan larutan *Dix Keller's Reagent* dengan komposisi 2 ml HF, 3 ml HCl, 5 ml HNO₃, dan 190 ml H₂O.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Mekanik

Pengujian mekanik yang dilakukan pada penelitian ini merupakan pengujian tarik dan kekerasan. Pada gambar 1 dapat dilihat grafik dari sifat mekanik komposit. Komposit yang tidak diberi perlakuan (*as-cast*) memiliki nilai kekuatan dan kekerasan masing-masing 154,517 MPa dan 30,16 HRF. Kekuatan dan kekerasan komposit terus bertambah seiring bertambahnya temperatur *aging*. Komposit yang diberi perlakuan *aging* dengan temperatur 210 °C mencapai nilai tertinggi pada penelitian ini dengan kekuatan mencapai 232,611 MPa dan kekerasannya dapat mencapai 75,13 HRF.



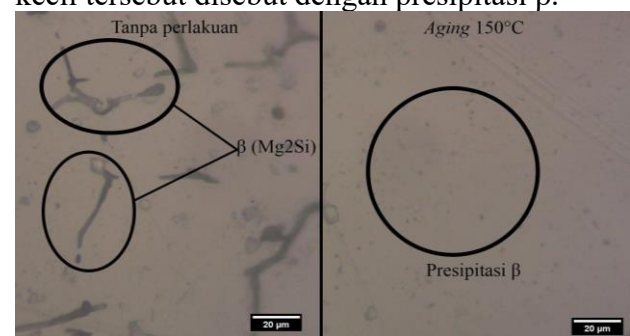
Gambar 1. Grafik hubungan antara nilai UTS dengan kekerasan

Kenaikan sifat mekanik disebabkan karena fasa β yang ada di dalam matriks AA6061 membentuk presipitasi di seluruh matriks secara rata akibat perlakuan *Artificial Aging*. Adapun tahapan pembentukan presipitasi β yaitu Larutan

padat lewat jenuh \rightarrow Klaster dari atom larut dan kekosongan atom (Vacancy)/Zona Guiner-Preston (GP Zone) \rightarrow zona GP berbentuk jarum (fasa β'') \rightarrow zona GP berbentuk rod, metastabil, semi-koheren fasa β' \rightarrow stabil, inkoheren, presipitasi β (fasa β). Keberadaan fasa β'' berpartisipasi dalam peningkatan kekuatan dan kekerasan komposit. Semakin banyak fasa β'' yang terbentuk pada matriks maka kekerasan dan kekuatan optimal dapat tercapai.

Pengamatan Mikroskop Optik

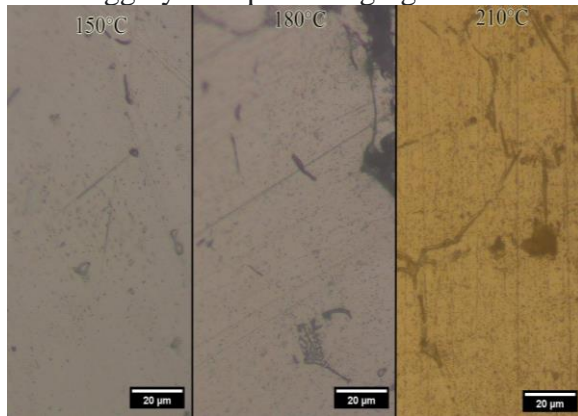
Gambar 2 merupakan perbandingan struktur mikro dari komposit yang tidak diberi perlakuan dengan komposit yang di-*aging* 150 °C. Perbedaan yang terlihat adalah bentuk dari fasa sekunder β yang semula berupa seperti garis tebal, menjadi bentuk partikel kecil yang tersebar di seluruh matriks komposit. Partikel-partikel kecil tersebut disebut dengan presipitasi β .



Gambar 2. Perbandingan struktur mikro antara komposit yang tidak diberi perlakuan dengan komposit yang diberi perlakuan *aging* 150 °C dengan mikroskop optik perbesaran 1000 \times .

Terbentuknya presipitasi disebabkan karena baik fasa α maupun fasa β akan berubah menjadi fasa tunggal α ketika dipanaskan sedikit diatas titik solvus. Ketika didinginkan secara cepat, struktur mikro masih tetap dalam keadaan berfasa tunggal α sehingga fasa β jarang ditemukan, namun α pada kondisi ini berada di kondisi lewat jenuh yang berarti masih terdapat beberapa atom yang belum terdifusi. Seiring berjalannya waktu, beberapa atom akan berdifusi. Hasil dari difusi atom yang terjadi selama proses *Artificial Aging* merupakan presipitasi β .

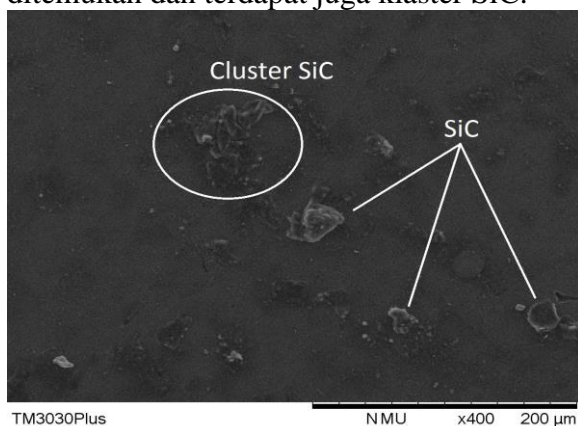
Semakin tinggi temperatur aging maka semakin banyak presipitasi yang tersebar pada matriks aluminium seperti yang bisa dilihat pada Gambar 3. Presipitasi lebih banyak muncul dikarenakan difusi atom terjadi lebih cepat yang disebabkan oleh tingginya temperatur aging.



Gambar 3. Perbandingan struktur mikro antara komposit yang diberi perlakuan aging 150 °C, 180 °C, dan 210 °C dengan mikroskop optik perbesaran 500×

Pengamatan SEM

Pengamatan SEM bertujuan untuk melihat karakteristik ikatan antara matriks dengan antar partikel penguat. Dapat dilihat pada Gambar 4 beberapa partikel SiC dapat ditemukan dan terdapat juga kluster SiC.

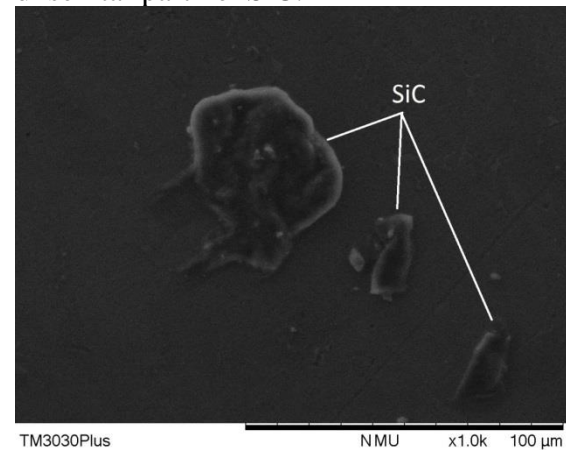


Gambar 4. Gambar SEM perbesaran 400x komposit AA6061/SiC

Partikel SiC yang dimasukkan ke dalam aluminium cair dan tidak segera diaduk akan mengalami aglomerasi. Aglomerasi SiC susah untuk dipisahkan, sehingga kluster SiC ikut teraduk ketika proses pengadukan. Kluster SiC

menyebabkan pembasahan tidak terjadi secara sempurna. Beberapa bagian komposit yang mengandung kluster SiC akan mengalami penurunan sifat mekanik dikarenakan kurang mampunya matriks mentransfer beban menuju penguat SiC.

Gambar 5 menunjukkan adanya *interface* yang bagus antara matriks dengan SiC. tidak terlihat adanya void atau porositas di sekitar partikel. Penambahan Mg dan gas argon pada proses pengecoran dapat mengurangi probabilitas terbentuknya *void* di sekitar partikel SiC.



Gambar 5. Gambar SEM dengan perbesaran 1000x komposit AA6061/SiC

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

1. Perlakuan aging berpengaruh dalam kenaikan kekuatan dari komposit AA6061/SiCp. Nilai kekuatan tertinggi yang dapat dicapai adalah 232,611 MPa dengan perlakuan aging bertemperatur 210°C,
2. Perlakuan aging berkontribusi dalam meningkatkan kekerasan komposit AA6061/SiCp. Komposit dapat mencapai kekerasan tertinggi hingga 75,13 HRF setelah diberi perlakuan aging bertemperatur 210 °C,
3. Semakin tinggi temperatur aging maka semakin banyak presipitasi yang terlihat pada fasa matriks komposit AA6061/SiCp.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abbas, M., dan M. M. Radhy. 2015. Effects of precipitation hardening on mechanical properties of dissimilar friction stir welded AA2025-T3 to AA7075-T73 aluminium alloys. *Tesis*. Iraq: Department of Production Engineering and Metallurgy.
- [2] Andini, D. A. 2012. Pengaruh Penambahan %VF Nano Partikel SiC Terhadap Sifat Mekanik pada Aluminium 6061 dengan Penambahan Modifier Strontium Menggunakan Proses Pengecoran Aduk. *Skripsi*. Depok: Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Universitas Indonesia.
- [3] Bembalge, O. B., dan S. K. Panigrahi. 2018. Development and strengthening mechanisms of bulk ultrafine grained AA6063/SiC composite sheets with varying reinforcement size ranging from nano to micro domain. *Jalcom*. 1(1): 1-42.
- [4] Callister, W. D., dan D. G. Rethwisch. 2013. *Materials Science and Engineering (An Introduction)*. 9th ed. Danvers: Wiley.
- [5] Cerri, E., E. Evanelista. 1999. *Metallography of Aluminium Alloys*. Itali: Universita di Ancona.
- [6] Chacko, M. dan J. Nayak. 2014. Aging behaviour of 6061 Al-15% vol SiC composite in T4 and T6 treatments. *Materials and Metallurgical Engineering*. 8(3): 221-224.
- [7] Chawla, K. 2012. *Composite Materials Science and Engineering*. 3rd ed. Birmingham: Springer.
- [8] Ehsani, R., dan S. M. S. Reihani. 2004. Aging behavior and tensile properties of squeeze cast AL 6061/SiC metal matrix composites. *Scientica Iranica*. 11(4): 392-397.
- [9] Geng, L., Z. Hong-wei, L. Hao-ze, G. Li-na dan H. Lu-jun. 2010. Effects of Mg content on microstructure and mechanical properties of SiC_p/Al-Mg composites fabricated by semi-solid stirring technique. *Elsevier*. 20: 1851-1855.
- [10] Hawas, M. N. 2013. Effect of ageing time on adhesive wear of Al alloy AA6061-T6. *Journal of Karbala University*. 11(4): 145-152.
- [11] Kim, Y. M., S. W. Choi, Y. C. Kim, C. S. Kang, dan S. K. Hong. 2018. Influence of the precipitation of secondary phase on thermal diffusivity change of Al-Mg₂Si alloys. *MDPI*. 8: 1-11
- [12] Mahadevan, K., K. Raghukandan, T. Senthilvelan, B. C. Pai, dan U. T. S. Pillai. 2005. Studies on effect of delayed aging on the mechanical behavior of AA 6061 SiC_p composites. *Elsevier*. 396: 188-193
- [13] Majanasastra, R. B. 2016. Analisis sifat mekanik dan struktur mikro hasil proses hydroforming pada material tembaga (Cu) C84800 dan aluminium Al 6063. *Jurnal Teknik Mesin*. 4(2): 16-29.
- [14] Moses, J. J., I. Dinaharan, S. J. Sekhar. 2014. Characterization of silicon carbide particulate reinforced AA6061 aluminium alloy composites produced via stir casting. *Elsevier*. 5: 106-112.
- [15] Poovazhagan, L., K. Kalaichelvan, dan V. Balajhi. 2014. Development of AA6061/SiC_p metal matrix composites by conventional stir casting and ultrasonic assisted casting route. *Advanced Materials Research*. 984: 384-389.
- [16] Ramesh, G., A. Vijayaraghavan., C. K. Krishnamoorthy., S. H. Balaji., T. S. Karthik, dan K. Swamy. 2018. Studies of effect of hardness property of aluminium metal matrix composites by heat treatment. *Ijariit*. 4(5): 680-681.
- [17] Sadeghi, I. dan S. Serajzadeh. 2012. Mechanical behaviour during aging of plastically deformed AA6061-SiC_p composite in different temperatures. *Materials Design and Application*. 226(4): 322-329.

- [18] Samuel, Y. 2012. Karakteristik Komposit Aluminium AC8H/SiC dengan Proses *Stir Casting*. *Skripsi*. Depok: Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Universitas Indonesia
- [19] Shen, R., Y. Wang., B. Guo, dan M. Song. 2016. Precipitation Sequence of a SiC particle reinforced Al-Mg-Si alloy composite. *Crossmark*. 25(11): 2016-4631.
- [20] Sidik, J., M. Sholihin, dan R. Arthur. 2019. Pengaruh variasi temperatur perlakuan panas aging terhadap sifat mekanik aluminium AA 6061. *Majalah Ilmiah Teknik Mesin*. 19(1): 1-8.
- [21] Suherman, W. 1987. *Ilmu Logam*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [22] Suherman, W. 1987. *Pengetahuan Bahan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [23] Surdia, T. dan S. Saito. 2013. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Balai Pustaka.
- [24] Wickert, J. dan K. Lewis. 2013. *An Introduction to Mechanical Engineering*. 3rd ed. USA: CENGAGE Learning.
- [25] Xu, L., E. Yang, Y. Wang, C. Li, Z. Chen dan G. Mi. 2020. Microstructure and properties of AA6061/SiCp composites sintered under ultra high-pressure. *applied science*. 10(1): 1-18.
- [26] Zhang, Y., R. Ji, R. Liu, B. Cai, dan C. Zheng. 2012. Effects of machining parameters on surface integrity of silicon carbide using and electric discharge milling and mechanical grinding hybrid machining. *Elsevier*. 27(1): 177-183.