

## Effect of T6 Heat Treatment on Mechanical Properties of Coal Ash-Aluminum Composite as Brake Disk Holder Component

Maula Nafi<sup>1,\*</sup> dan Ichlas Wahid<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 - Surabaya

\*Korespondensi: maula.nafi@untag-sby.ac.id

**Abstract.** Aluminum matrix composite is one of materials being developed today. Due to its hard and strong mechanical properties like metal, it can be use as alternate for machine components. The aim of this research is to analytically determine mechanical properties of aluminum – coal ash matrix composite, which is utilized as brake disk holder for electrical car from UNTAG Surabaya. Ash from coal given electroless plating treatment to coat the aluminum. Manufacturing proses for Ash-Al composite is with squeeze casting method. Composite that have been formed is given T6 heat treatment which consist of solution treatment with temperature of 540° C for 4 hours, then quench with variation of cooling medium (salt water, pure water and SAE 10-40 oil). Then it is artificially age with variation of 1,3 and 5 hours. Mechanical testing conducted which is hardness and tensile test. from hardness test, the specimen with pure water as cooling medium and artificial aging of 1 hours have the highest hardness which is 64,34 HRc. From tensile test specimen with pure water as cooling medium and artificial aging of 1 hour have the highest tensil strength of 10,49 kgf/mm<sup>2</sup>. This conclude that hardness and tensile are interconnected. Hardness and tensile strength will decreased with variation of cooling medium and length of artificial aging. Lowest value is obtained from cooling medium of SAE 10-40 with artificial aging of 5 hours.

**Abstrak.** Komposit bermatriks aluminium adalah salah satu material yang banyak dikembangkan dewasa ini. Dengan sifat mekanik yang kuat dan keras menyerupai logam, komposit bermatrik aluminium dapat digunakan sebagai alternatif komponen-komponen mesin. Penelitian ini bertujuan menganalisis sifat mekanik dari komposit matriks aluminium - abu dasar batubara yang dimanfaatkan sebagai komponen dudukan cakram pada mobil listrik buatan UNTAG Surabaya. Abu dasar batubara diberi perlakuan *electroless plating* untuk bisa melapisi aluminium. Proses pembuatan komposit Al-Abu dasar batubara dilakukan dengan metode *squeeze casting*. Komposit yang telah terbentuk kemudian diberi perlakuan panas T6, yang terdiri dari *solution treatment* dengan temperatur 540°C selama 4 jam, kemudian *quenching* dengan variasi media pendingin air garam, air murni, dan oli SAE 10-40. Lalu dilakukan *artificial aging* dengan variasi waktu 1, 3, dan 5 jam. Pengujian sifat mekanik yang dilakukan yakni kekerasan dan kekuatan. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa spesimen dengan variasi media pendingin air murni dengan waktu *artificial aging* selama 1 jam mempunyai nilai kekerasan tertinggi, yaitu sebesar 64,34 HRc. Sementara itu hasil uji Tarik menunjukkan bahwa specimen dengan media pendingin air murni dengan waktu *artificial aging* selama 1 jam menghasilkan nilai UTS tertinggi yaitu 10,49 kgf/mm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kekuatan dan kekerasan saling berkaitan. Nilai kekerasan dan kekuatan terus seiring menurun dengan variasi media pendingin dan waktu *artificial aging*. Nilai terendah diperoleh pada variasi media pendingin oli SAE 10-40 dengan waktu *artificial aging* 5 jam.

**Kata kunci:** abu dasar batubara, aluminium, artificial aging, komposit, matriks, media pendingin

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Dewasa ini pemilihan material menjadi salah satu faktor penting dalam dunia teknik. Banyak jenis material yang dikembangkan sebagai pengganti logam, namun memiliki kekuatan, kekerasan, dan sifat mekanik yang setara dengan logam, material yang mudah didapat, mudah dibentuk, serta harga yang relatif lebih murah.

Komposit bermatriks aluminium adalah salah satu material yang dikembangkan, karena mempunyai sifat mekanik yang kuat, keras, ringan, dan

tahan korosi [1], sehingga dapat dijadikan bahan alternatif untuk pembuatan komponen-komponen mesin. Dewasa ini, komposit bermatriks aluminium (*Aluminum Matrix Composite/AMC*) sudah mulai digunakan dalam industri otomotif, sebagai *piston* dan *disc brake*.

Salah satu renstra penelitian Teknik Mesin UNTAG Surabaya adalah pengembangan Mobil Listrik beserta material komponennya. Pada penelitian kali ini, akan dilakukan analisis hasil pengujian kekuatan dan kekerasan terhadap material komposit

aluminium - abu batubara yang difabrikasi dengan proses pengecoran, lalu diberikan perlakuan panas T6.

Komposit dengan matriks aluminium dengan diberikan penguat berupa abu dasar batubara mempunyai kelebihan yaitu meningkatnya angka kekerasan, modulus spesifik yang tinggi, dan sifat ketahanan aus yang baik [2].

Perlakuan panas T6 adalah perlakuan panas yang biasanya dilakukan pada logam paduan aluminium. Terdapat tiga tahapan utama dalam perlakuan panas T6. Yang pertama adalah *solution treatment*, yaitu pemanasan hingga temperatur 540°C, lalu di-*holding* selama empat jam. Tahap kedua yaitu *quenching*, proses pendinginan cepat dengan cara mencelupkan benda uji ke media pendingin. Biasanya dapat menggunakan air atau oli. Tahap ketiga yaitu *artificial aging*, yaitu pemanasan pada temperatur antara 100°C s.d. 200°C dan di-*holding* pada waktu tertentu [3].

Pada penelitian kali ini, variasi yang digunakan adalah media pendingin yang menggunakan air garam, air murni, dan oli SAE 10-40. Waktu *artificial aging* menggunakan variasi 1, 3, dan 5 jam.

## Metode Penelitian

Alat yang digunakan pada proses pengecoran adalah satu set tungku pengecoran, termokopel tipe K, cetakan dudukan cakram mobil, dan cetakan specimen. Sedangkan alat untuk proses perlakuan panas T6 adalah tanur pemanas dengan kapasitas maksimal 1200°C. Alat untuk pengujian sifat mekanik yaitu mesin uji kekerasan Rockwell dan mesin uji tarik.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium dengan presentase volume 93,5%, abu dasar batu bara dengan presentase volume 4%, pasir silika 2%, dan Magnesium 0,5% untuk membantu proses pengecoran.

Tungku dipanaskan selama 30 menit, kemudian aluminium dimasukkan ke dalam tungku yang sudah panas. Setelah aluminium mencair pada 600°C, dicek menggunakan termokopel. Pasir silika dimasukkan dan diaduk-aduk pada logam cair untuk mengumpulkan kotoran, kemudian kotorannya dibuang. Abu dasar batu bara dan Mg dimasukkan dalam logam cair dan diaduk. Setelah merata, logam panas dituang ke cetakan yang sebelumnya sudah dipanasi.

Logam yang sudah dicor, diberikan perlakuan panas dengan cara memasukkannya ke dalam tanur. Perlakuan panas yang diberikan adalah:

1. *Solution treatment* memanaskan perlahan hingga temperatur 540°C dan di-*holding* selama empat jam

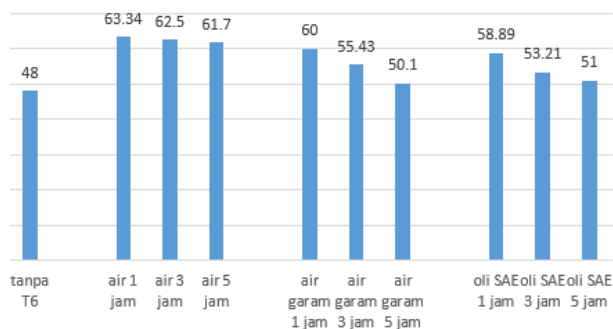
2. *Quenching* atau pendinginan cepat dengan air, air garam, dan oli SAE 10-40
3. *Artificial aging*, spesimen dipanaskan kembali sampai temperatur 150°C dan di-*holding* selama 1, 3, dan 5 jam

Pengujian menggunakan metode Rockwell. Spesimen diratakan permukaannya. Lalu alat uji kekerasan Rockwell dipersiapkan, terutama indenter intan. Mata sudut diset 120°. kemudian disentuh ke permukaan spesimen hingga skala 150 kg dan ditahan sampai 30 detik. Setelah itu, katup hidrolis dibuka untuk mengembalikan beban ke posisi semula. Tercatatlah angka kekerasan.

Setelah itu, dilakukan juga pengujian tarik menurut standar JIS Z2201. Preparasi spesimen sesuai dengan JIS Z2201. Spesimen dicekam pada *chuck* atas dan bawah. Tombol *start* ditekan sehingga mulai pengujian secara otomatis. Dihasilkan grafik tegangan – regangan yang dapat langsung dianalisis.

## Hasil dan Pembahasan

Gambar 1 menunjukkan hasil pengujian kekerasan pada spesimen komposit aluminium - abu dasar batu bara.



Gambar 1. Hasil uji kekerasan

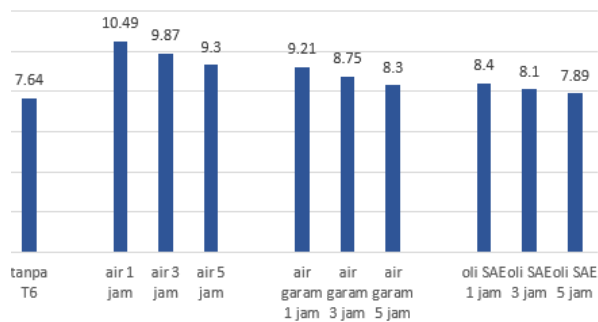
Dapat diketahui dari gambar 1 bahwa terjadinya peningkatan angka kekerasan setelah diberikan perlakuan panas T6.

Peningkatan kekerasan paling tinggi yaitu pada waktu *artificial aging* selama satu jam, jika dibandingkan dengan variasi waktu lainnya. Dapat dikatakan bahwa waktu satu jam tersebut adalah waktu *artificial aging* yang paling optimal untuk bisa meningkatkan kekerasan material.

Begitu pula yang terjadi pada media pendingin. Media pendingin air murni merupakan media pendingin yang paling bagus untuk proses perlakuan panas T6, dibuktikan dengan nilai kekerasannya yang relatif hampir sama pada tiap variasi waktunya, dan nilai kekerasan pada media air murni tersebut lebih tinggi daripada dengan media pendingin lainnya. Hal ini membuktikan teori Basuki [4] tentang media pendingin air murni. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada variasi media

pendingin air murni dengan waktu *artificial aging* selama satu jam, yaitu 63,34 HRc.

Gambar 2 menunjukkan nilai uji kekuatan spesimen setelah dilakukan pengujian tarik.



Gambar 2. Hasil uji tarik

Dari gambar 2 dapat dikatakan bahwa perlakuan panas T6 berpengaruh terhadap meningkatnya nilai kekuatan.

Peningkatan nilai kekuatan Tarik tertinggi dapat dilihat didominasi pada variasi *artificial aging* satu jam. Sedangkan pada variasi media pendingin, air murni kembali menjadi variasi dengan nilai tertinggi jika dibandingkan dengan variasi yang lainnya. Kembali air murni dan waktu *artificial aging* satu jam menjadi variasi yang paling optimal.

Pada pengujian kekuatan tarik ini, nilai kekuatan Tarik tertinggi didapatkan pada variasi media pendingin air dengan waktu *artificial aging* 1 jam, yaitu senilai 10.49 kgf/mm<sup>2</sup>.

Secara keseluruhan, dapat dilihat adanya kesi-nambungan antar sifat mekanik yaitu nilai kekuatan dan kekerasan sama-sama meningkat. sesuai dengan teori pada Dieter [5] semakin meningkatnya nilai kekuatan, maka meningkat juga nilai kekerasan suatu material, diiringi dengan turunnya nilai keuletannya.

## Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa adanya peningkatan nilai sifat mekanik, yaitu kekerasan dan kekuatan pada material komposit Al-Abu dasar batu bara setelah diberikan perlakuan panas T6. Nilai kekerasan dan kekuatan tertinggi diperoleh pada variasi media pendingin air murni dengan waktu *artificial aging* satu jam, yaitu 63,34 HRc dan 10,49 kgf/mm<sup>2</sup>. Semakin lama waktu *artificial aging*, maka semakin rendah nilai kekuatan dan kekerasannya. Air murni dinilai menjadi media pendingin paling optimal dalam peningkatan sifat mekanik.

## Referensi

[1] Suyanto, 2015. Analisa Ketangguhan Komposit Aluminium Berpenguat Serbuk SiC, Jurnal SIMETRIS Vol. 6 No. 1.

[2] Samuel, Y, 2012. Karakteristik Komposit Aluminium AC8H / SiC dengan Proses *Stir Casting*, Skripsi, Universitas Indonesia.

[3] Djatmiko, dan Budiarto, E., 2008. Pengaruh Perlakuan Panas T6 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Bahan Paduan Al-Si-Mg, Indonesian Journal of Material Science Vol. 43 No. 1, 78-83.

[4] Basuki, W, 2009. Analisis Perlakuan Panas Normalising pada Pengelasan Argo terhadap sifat mekanik hasil lasan Baja karbon rendah, Jurnal Teknologi Technoscienza Vol. 2 No. 1.

[5] Dieter, G., 1986. *Mechanical Metallurgy*, 3rd Ed., McGraw-Hill Book Co.