



INTISARI

Perkembangan teknologi otomotif yang begitu pesat memerlukan material teknik dan cara produksi yang tepat untuk membuat sebuah produk berkualitas tinggi dan harga yang relatif murah. Aluminium (Al) adalah material teknik yang memiliki sifat-sifat seperti ringan, murah dan mudah diproduksi. Sifat-sifat mekanis aluminium masih memerlukan perbaikan karena kekerasannya relatif lebih rendah dan keausannya lebih tinggi bila dibanding sifat-sifat mekanis logam berat seperti besi atau baja. Perbaikan sifat-sifat mekanis aluminium terutama kekerasan dan ketahanan aus, salah satunya dapat dilakukan dengan menambahkan material keramik misalnya partikel *silicon carbide* (SiC). SiC memiliki sifat-sifat seperti kekerasan tinggi dan tahan terhadap temperatur tinggi serta mampu dibasahi cukup baik oleh aluminium sehingga memungkinkan untuk dipadukan. Material berbahan dasar aluminium yang diperkuat partikel SiC merupakan salah satu jenis *metal matrix composite* dan dikenal sebagai komposit Al-SiC.

Komposit Al-SiC dapat dibuat dengan proses *stir casting* yaitu proses pencairan dan pengadukan Al-SiC di dalam *crucible*, dilanjutkan proses penuangan ke dalam cetakan logam dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Komposit Al-SiC yang dibuat dengan proses *stir casting* sudah pernah dilakukan penelitian. Hasil penelitiannya menunjukkan pengaruh parameter proses secara parsial terhadap sifat mekanis tertentu, sehingga hanya mengetahui *trend* sifat mekanis pada kondisi tertentu. Bagaimanapun, penelitian untuk memperoleh parameter proses *stir casting* optimum secara simultan dan prediksi terhadap sifat mekanis komposit Al-SiC menggunakan kombinasi parameter proses belum pernah dilakukan dan dilaporkan. Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi dan menentukan parameter proses *stir casting* optimum, menganalisis pengaruh parameter proses secara simultan dan memprediksi keausan spesifik, kekerasan, kekuatan tarik dan porositas komposit Al-SiC.

Material komposit Al-SiC menggunakan paduan Al-Si sebagai matrik dan SiC dengan ukuran 400 mesh sebagai penguat. Desain eksperimen menggunakan *orthogonal array* L_{16} standar metode Taguchi. Parameter-parameter proses *stir casting* untuk eksperimen adalah kandungan SiC, temperatur cairan, kecepatan putar dan durasi pengadukan dengan masing-masing menggunakan empat variasi. Sifat fisis dan mekanis komposit Al-SiC yang diuji adalah keausan spesifik, kekerasan Brinell, kekuatan tarik, porositas dan komposisi unsur kimia. Struktur mikro komposit Al-SiC diamati menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM). Data hasil eksperimen dianalisis menggunakan metode Taguchi dan model regresi polinomial untuk memperoleh parameter proses *stir casting* optimum dan memprediksi keausan spesifik, kekerasan, kekuatan tarik dan porositas komposit Al-SiC.

Hasil analisis pengaruh parameter proses *stir casting* pada sifat-sifat mekanis komposit Al-SiC menggunakan metode Taguchi menunjukkan bahwa kekerasan Brinell meningkat dengan peningkatan kandungan SiC, temperatur cairan dan durasi pengadukan. Peningkatan kandungan SiC, temperatur cairan dan kecepatan putar pengadukan dapat menurunkan keausan spesifik dan kekuatannya. Hasil optimasi menggunakan metode Taguchi menunjukkan bahwa parameter proses optimum terhadap keausan spesifik komposit Al-SiC adalah kandungan SiC 15 % berat, temperatur cairan 740 °C, kecepatan putar pengadukan 300 rpm (*revolution per minute*) dan durasi pengadukan 10 menit, sedangkan parameter proses optimum terhadap kekerasan Brinell adalah kandungan SiC 15 % berat, temperatur cairan 740 °C, kecepatan putar pengadukan 100 rpm dan durasi pengadukan 20 menit. Model regresi polinomial yang diperoleh hasilnya cukup baik digunakan untuk memprediksi keausan spesifik dan kekerasan Brinell komposit Al-SiC.

Kata kunci: komposit Al-SiC, kekerasan, keausan spesifik, kekuatan tarik, porositas, metode Taguchi.



ABSTRACT

The rapid automotive technology development requires appropriate engineering materials and production methods to make high quality products and relatively low prices. Aluminum (Al) is an engineering material that has properties such as light weight, inexpensive and easily manufactured. Mechanical properties of aluminum still require improvement due to lower hardness and higher wear compared with the mechanical properties of heavy metals such as iron or steel. Improvement the mechanical properties of aluminum, especially hardness and wear resistance, can be done by adding a ceramic material, for example particles of silicon carbide (SiC). SiC has properties such as high hardness and resistance to high temperatures and well wetted by Al thus allowing it to be integrated. Aluminum based materials reinforced SiC particles is one type of metal matrix composite also known as Al-SiC composites.

Al-SiC composites can be made by stir casting process is the process of melting and stirring Al-SiC in a crucible, followed by casting process into a metal mold by utilizing the force of gravity. Al-SiC composites prepared by stir casting process have been conducted by prior research. Those research results show the effect of process parameters partially on certain mechanical properties, so the trend of mechanical properties is known under the certain conditions. However, research to obtain optimum stir casting process parameters simultaneously and to predict the mechanical properties of Al-SiC composites using a combination of process parameters have never been conducted and reported. Based on above background, this current study aims to investigate and determine the optimum stir casting process parameters, analyze the effect of process parameters simultaneously and to predict the specific wear, hardness, tensile strength and porosity of Al-SiC composites.

Al-SiC composite material used Al-Si alloy as matrix and SiC particles sized of 400 mesh as reinforcement. Experimental design used L_{16} orthogonal arrays of Taguchi method standard. Stir casting process parameters for the experiment were SiC content, the liquid temperature, rotation speed and stirring duration with each using four variations. Physical and mechanical properties of Al-SiC composites tested were specific wear, Brinell hardness, tensile strength, porosity and chemical elements composition. Microstructures of Al-SiC composite were observed by scanning electron microscopy (SEM). Data of the experimental results were analyzed by the Taguchi method and polynomial regression models to obtain optimum process parameters and predict the specific wear, Brinell hardness, tensile strength and porosity of Al-SiC composites.

Analysis results of the effect of stir casting process parameters on the mechanical properties of Al-SiC composites by Taguchi method show that the Brinell hardness increase with increasing content of SiC, the liquid temperature and stirring duration. In addition, the SiC content, liquid temperature and stirring rotation speed can reduce the specific wear and tensile strength. Optimization results by Taguchi method show that the optimum process parameters to specific wear Al-SiC composites are SiC content of 15 % weight, melting temperature of 740°C, rotation speed of 300 rpm (revolution per minute) and stirring duration of 10 minutes, while the optimum process parameters to Brinell hardness are SiC content of 15 % weight, melting temperature of 740°C, rotation speed of 100 rpm and stirring duration of 20 minutes. Polynomial regression models obtained results well to predict specific wear and Brinell hardness of Al-SiC composites.

Keywords: Al-SiC composites, hardness, specific wear, tensile strength, porosity, Taguchi method.