

Pengaruh Penambahan Partikel *Hexagonal Boron Nitride* Dan *Carbon* Pada AA 7075 Melalui Proses *Friction Stir Processing* Terhadap Kekerasan Permukaan

¹Rosy Hilal Mahendra, ²Abdul Munir Hidayat Syah Lubis, ³Ngafwan, ⁴W. Setiyawan,
⁵B.Kurniawan

^{1,2,3,5}Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta

d2001800060@student.ums.ac.id, amh612@ums.ac.id, d2001800068@student.ums.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Diterima : 12-05-2023
Disetujui : 05-06-2023

Keywords:

Partikel hexagonal; boron nitride; Nano carbon; Friction Stir Processing

ABSTRACT

Abstract: reinforcement of AA 7075 material with nanoparticles may be developed. Therefore the authors wanted to conduct research on the effect of adding hexagonal boron nitride and coconut shell nano carbon particles to aluminum alloy 7075 through the friction stir processing (FSP) process on surface hardness and wear. Rpm to see a comparison of the speed of the mixture in aluminum, a mixture of hexagonal boron nitride particles and coconut shell nano carbon with the variants HBN25% : C75%, HBN50% : C50%, HBN75% : C25%. run the machine horizontally the process is repeated back and forth. The minimum hardness is 60.39 HRF 50% HBN material: C 50% rpm 2280, and the maximum hardness is 95.04 HRF 75% HBN material: C 25% rpm 2280. Pure 7075 aluminum is 90 HRF.



Abstrak: Penguatan bahan AA 7075 dengan partikel nano melalui mungkin dapat dikembangkan. Oleh karena itu penulis ingin melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan partikel hexagonal boron nitride dan nano carbon batok kelapa pada aluminium alloy 7075 melalui proses friction stir processing (fsp) terhadap kekerasan dan keausan permukaan. mesin fsp diatur speed dengan varian kecepatan 910, 1500, dan 2280 Rpm untuk melihat perbandingan dari speed terhadap campuran pada aluminium, campuran partikel hexagonal boron nitride dan nano Carbon batok kelapa dengan varian HBN25% : C75%, HBN50% : C50%, HBN75% : C25%. jalankan mesin secara horizontal proses diulang secara bolak balik. kekerasan minimum yaitu 60.39 HRF bahan HBN 50% : C 50% rpm 2280, dan kekerasan maksimum yaitu 95.04 HRF bahan HBN 75% : C 25% rpm 2280. aluminium 7075 murni yaitu 90 HRF.



<https://doi.org/10.31764/justek.vXiY.ZZZ>



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. LATAR BELAKANG

Paduan aluminium (7xxx) Paduan ini terdiri dari 1%-8% Seng sebagai unsur paduan utama. Sejumlah unsur Magnesium (Mg), Tembaga (Cu), Chromium (Cr) biasanya ditambahkan ke dalam paduan ini untuk meningkatkan kekuatan. Paduan jenis ini dapat diperlakukan panas. Meskipun kekuatan tarik yang dicapai dapat melebihi 50 Kg/mm², paduan aluminium jenis ini memiliki ketahanan korosi dan sifat mampu las yang rendah. Aluminium seri 7xxx biasanya digunakan pada struktur rangka pesawat (Rahmatika et al.,

n.d.2019). Paduan Al 7075 lebih sering digunakan untuk mengurangi berat bobot material namun tetap mempertahankan kekuatan getasnya, dan ada beberapa konsekuensi yang tak terduga dalam aplikasi yang melibatkan paparan panas untuk suhu tinggi. Komposisi yang terkandung dalam AL 7075 Si ~ 0,510%, Cu ~ 0.0104%, Fe ~ 0,225%, Zn ~ 0,0172%, Mg 0,494%, Mn ~ 0,0263%, dan Cr ~ 0,023%, Ti~ 0,0172%, dan Al~ 98.6% (Santoso and Indriyani 2020) .

Persentase volume penguat mempengaruhi distribusi ukuran butir, aglomerasi serbuk, tindakan pengadukan yang diperlukan untuk mengatasi tegangan alir paduan dasar, akhirnya sejauh mana interaksi antara penguat dan ikatan antarmuka dengan paduan dasar. Jumlah bubuk yang optimal untuk tindakan pengadukan yang diberikan tidak hanya menghasilkan distribusi penguat yang homogen tetapi juga penguatan yang signifikan melalui ikatan antarmuka yang baik (Patil et al. 2019). untuk meningkatkan ketahanan aus dan kekerasan mikro pada kondisi gesekan kering bahan aluminium 7075-T651 melalui penyebaran serbuk silikon karbida-fly ash (Abu sekam padi) (SiC/fly ash) ke dalam paduan dasar aluminium dengan teknik FSP disimpulkan Parameter yang mereka gunakan untuk penyelidikan ini adalah: putaran pahat dalam rpm (500, 1000 dan 1500), kecepatan lintasan pahat dalam mm/menit (20, 30 dan 40), rasio hibrida partikel penguat (60:40, 75:25 dan 90:10) dan persentase volume vol.% penguat (4%, 8% dan 12%)(Patil et al. 2020).

FSP sendiri adalah Pada proses ini deformasi plastic terjadi dengan adanya pahat yang berputar, yang dibenamkan ke paduan dasar yang memungkinkan partikel nano keramik, Karbon ,dll tersebar dan menyatu dengan paduan dasar untuk menghasilkan lapisan permukaan yang tercampur secara mekanis. (Patil, dkk 2020). Friction stir processing (FSP) telah muncul sebagai teknik baru yang berharga di bidang fabrikasi komposit matriks logam permukaan. Dalam proses ini, pemrosesan solid-state sebagian besar menghindari pembentukan fase yang merugikan di dalam komposit. Meskipun memiliki kekuatan spesifik yang tinggi, aplikasi paduan Al yang ekstensif lebih lanjut terbatas karena sifat permukaannya yang buruk. Pendekatan penguatan hibrida dapat digunakan untuk meningkatkan sifat permukaan (Patil et al. 2020). Pemrosesan adukan gesekan (FSP) adalah proses gesekan pinles yang arah dan kecepatannya secara konstan teknik deformasi plastik (SPD) yang digunakan untuk meningkatkan sifat permukaan logam dan paduan untuk aplikasi canggih(Zohor, B, and Salami 2012).

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis ingin melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan partikel hexagonal boron nitride dan nano carbon batok kelapa pada aluminium alloy 7075 melalui proses Friction Stir Processing (FSP) terhadap kekerasan dan keausan permukaan.

B. METODE PENELITIAN

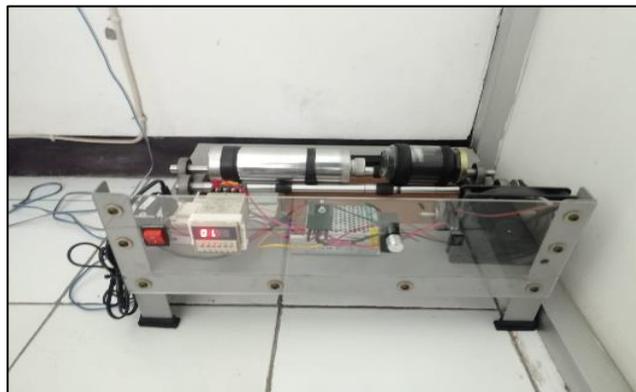
Penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif yang terdiri dari beberapa kegiatan. Kegiatan utama yaitu persiapan tools SKD 11, persiapan Nano partikel dan persiapan specimen aluminium. Bahan yang digunakan yaitu 1) Sampel FSP, sampel FSP yang digunakan yaitu berupa plat Al7075 dan juga partikel HBN dan C yang dapat dibeli secara komersial di pasaran.

Sebelum digunakan, partikel HBN dan C dijadikan ukuran nano terlebih dahulu dengan proses HEM (High Energy Milling). Cara untuk membuatnya adalah serbuk tersebut dimasukkan ke dalam gelas kaca dan dimasukkan juga alcohol agar serbuk tidak terbang ke udara bebas. Dalam penggilingannya, digunakan bola gotri baja dengan ukuran 4 mm, 6 mm, dan 8 mm. Lamanya proses penggilingan HEM adalah untuk tiap partikel selama 100 jam. 2) Tool (pahat) FSP, baja pahat SKD 11 digunakan sebagai pahat friction stir. Pahat difabrikasi dengan ukuran seperti ditampilkan pada Gambar 1, dengan cara dibubut. Pahat dibuat dengan model *probe kolumnar* untuk memudahkan proses percampuran serbuk pada saat FSP.



Gambar 1. Pahat FSP

Selanjutnya bahan yang diperlukan, 3) Mesin HEM (*High Energy Milling*), mesin HEM (*Hight Energy Milling*) merupakan mesin yang digunakan untuk memecah ukuran partikel menjadi lebih kecil hingga mencapai ukuran nano. Dalam pengujian ini, mesin HEM yang digunakan merupakan mesin buatan sendiri seperti pada Gambar 2.



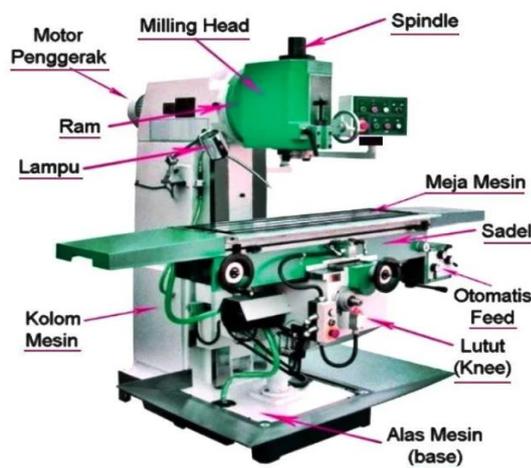
Gambar 2. Mesin HEM

4) Mesin Bor Duduk, mesin bor duduk digunakan dalam proses pelubangan plat Al7075 yang nantinya akan diisi dengan material tambahan berupa *partikel HBN* dan *nano C* seperti Gambar 3.

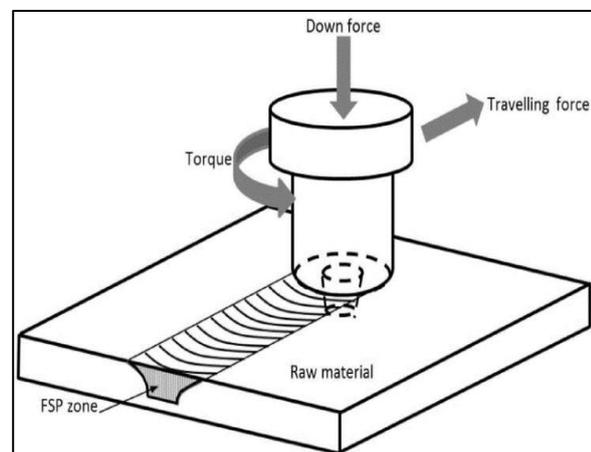


Gambar 3. Mesin Bor Duduk

5) Mesin FSP, mesin yang digunakan merupakan mesin milling merk Aciera yang dimodifikasi sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk melakukan proses FSP seperti pada Gambar 4. Proses FSP dilakukan dengan cara mengatur terlebih dahulu putaran mesin menjadi 3 variasi, yaitu 910 rpm, 1500 rpm, dan 2280 rpm. Langkah selanjutnya yaitu memasang pahat yang telah dibuat pada mesin *milling*, mengatur posisi spesimen pada meja kerja dan menguncinya dengan cekam serta memasukkan dan meratakan *partikel HBN* dan *nano C* pada lubang yang ada pada spesimen plat Al7075. Setelah dirasa semuanya siap, maka mesin dinyalakan dan pahat mulai dimasukkan pada plat secara perlahan. Dalam prosesnya, sebelum menjalankan pahat, suhu terlebih dahulu ditunggu hingga kurang lebih 100°C baru pahat dijalankan secara horizontal dengan kecepatan 30mm/detik.



Gambar 5. Mesin Milling



Gambar 4. Skema Proses FSP

6) Mesin Hardness Tester merk Mitutoyo HR-400 digunakan untuk melakukan uji kekerasan. Dalam pengujian, digunakan 3 titik pengujian yang berbeda untuk mendapatkan hasil data yang valid pada tiap specimen. Untuk metode yang digunakan yaitu metode Rockwell dengan satuan HRF.



Gambar 6. Mesin Hardness Tester Mitutoyo HR-400

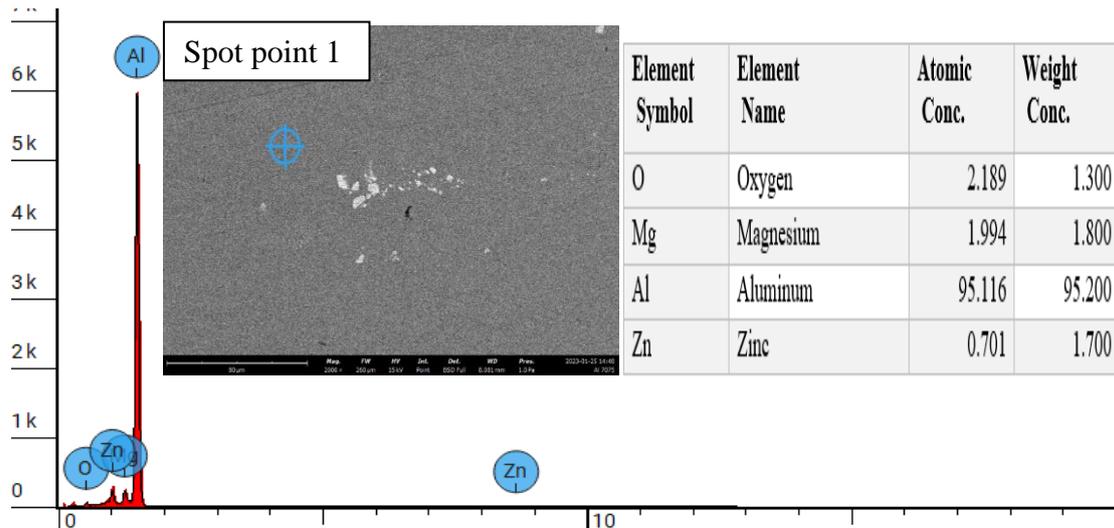
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini mendeskripsikan mengenai pembahasan apa saja hasil yang diperoleh selama pengujian tiap spesimen yang sudah diproses menggunakan teknik FSP. Pengujian yang pertama adalah uji mikrostruktur untuk mengetahui perubahan apa saja yang terjadi pada aluminium 7075 baik sebelum ataupun sesudah diberikan perlakuan FSP dan untuk mengetahui apakah pada saat pencampuran *partikel hexagonal boron nitride* dan *nano carbon* batok kelapa tercampur dengan merata pada aluminium 7075. Kemudian juga dilakukan pengujian kekerasan atau *hardness test*. pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui perubahan nilai kekerasan pada aluminium 7075 baik sebelum atau sesudah diberi perlakuan FSP. Dan dapat mengetahui campuran yang terbaik dan rpm yang digunakan pada saat pemrosesan *Friction Stir Process*.

1. Uji Struktur Mikro

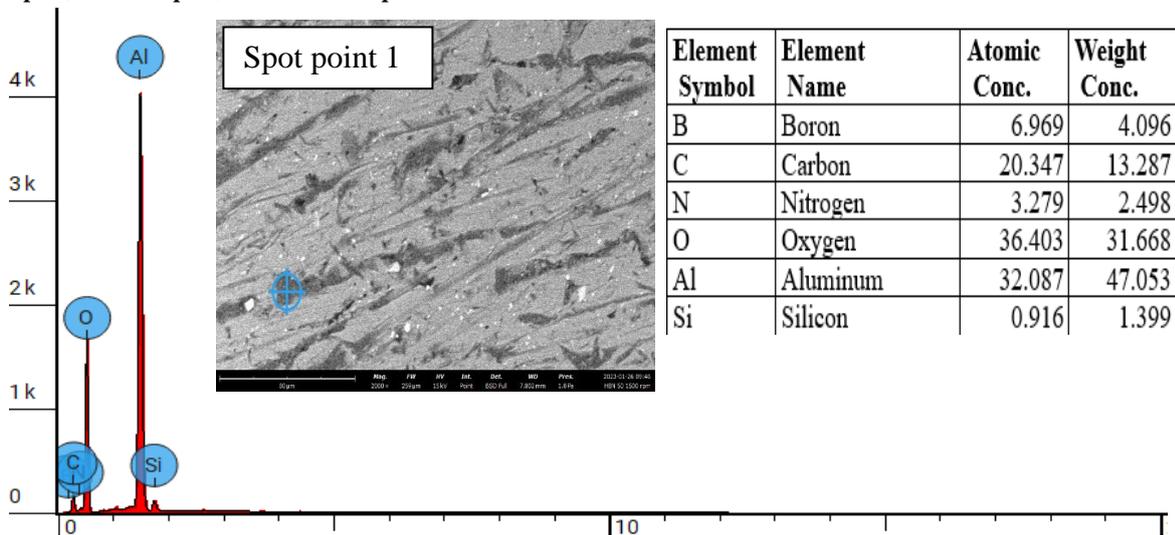
Dalam pengujian struktur mikro, dapat kita ketahui perubahan apa saja yang terjadi pada struktur mikro permukaan aluminium Al7075 baik sebelum maupun sesudah dilakukan proses FSP. Struktur mikro permukaan yang berubah tentu saja akan mempengaruhi hasil dari pengujian-pengujian sebelumnya. Perubahan pada nilai kekerasan dan keausan pada specimen aluminium yang diberikan perlakuan FSP karena adanya perubahan struktur mikro permukaan akan dibuktikan pada hasil pengujian struktur mikro ini.

Pada pengujian struktur mikro yang pertama, specimen yang diuji adalah Al7075 murni dimana specimen ini yang menjadi patokan mengenai penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan kajian pustaka dan dasar teori atau tidak.



Gambar 7. Sinyal EDS pada Spot point 1 Al7075 Murni

Dari sinyal EDS yang didapat pada specimen al 7075 murni memiliki kandungan diantaranya Al, Zn, dan Mg. Tentunya ini sesuai dengan dasar teori dimana aluminium alloy seri 7xxx merupakan paduan antara aluminium dengan zinc dan magnesium. Untuk specimen yang diuji selanjutnya merupakan specimen yang telah diberikan perlakuan FSP. Dalam perlakuan FSP sendiri menggunakan tiga parameter rasio campuran dan tiga tingkat kecepatan FSP. Rasio campuran yang pertama yaitu HBN 25% : C 75% yang selanjutnya disebut sampel 1. Rasio campuran kedua yaitu HBN 50% : C 50% yang selanjutnya disebut sampel 2, dan rasio campuran terakhir yaitu HBN 75% : C 25% yang selanjutnya disebut sampel 3. Sedangkan untuk kecepatan proses FSP sendiri yaitu 910 rpm, 1500 rpm, dan 2280 rpm.



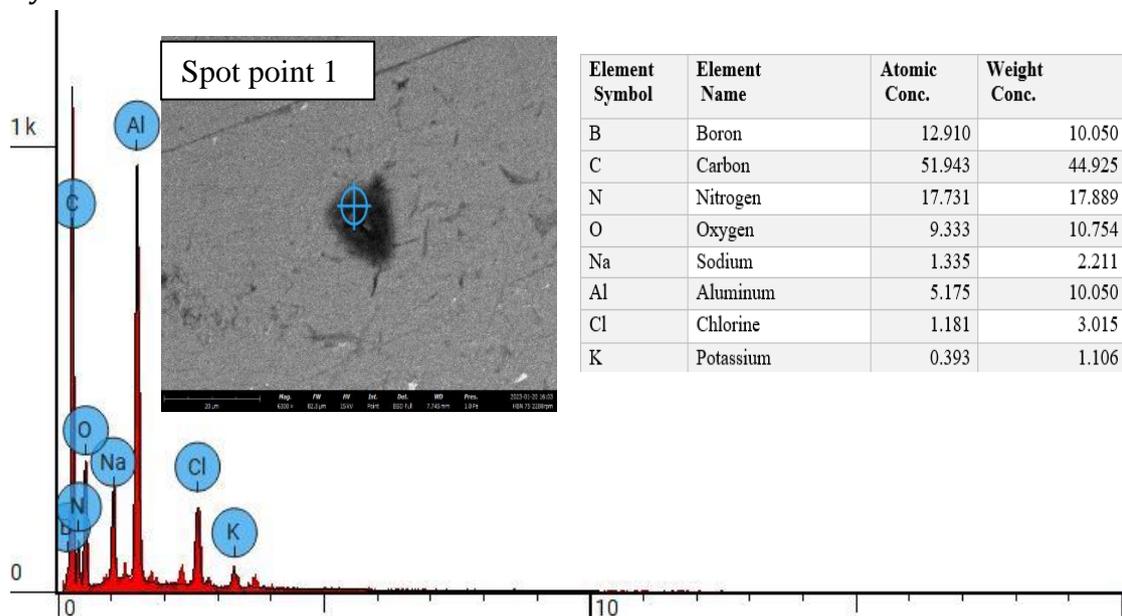
Gambar 8. Sinyal EDS Spot point 1 Al7075 FSP Sampel 2 1500 rpm

Gambar 8 merupakan hasil sinyal EDS yang muncul pada salah satu specimen Al7075 yang diberi perlakuan FSP. Sampel yang digunakan merupakan sampel 2 dengan kecepatan FSP 1500 rpm. Dari sampel tersebut terlihat sinyal B dan C muncul yang menandakan bahwa proses FSP berhasil membuat partikel penguat dapat masuk dan

tercampur dengan Al7075 sebagai *base metal*. Secara terperinci mengenai hasil pembacaan sinyal EDS dari sampel ini dapat dilihat pada gambar diatas.

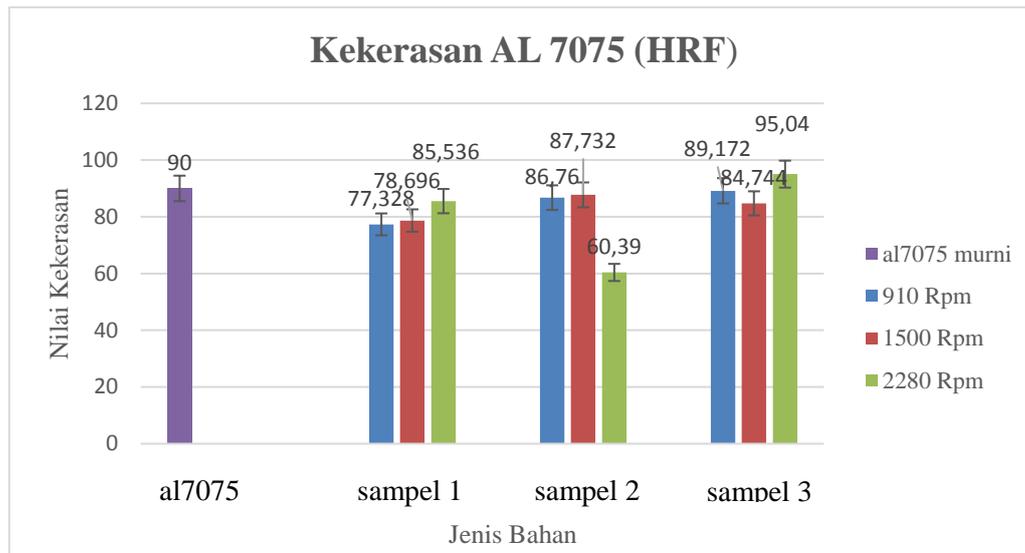
2. Uji Kekerasan

Uji kekerasan pada specimen dilakukan dengan menggunakan mesin uji merk Mitutoyo seri HR-400. Dari seluruh sampel yang diuji, beberapa sampel mengalami kenaikan dan penurunan angka kekerasan. Dari hasil data pada tabel diatas menunjukkan bahwa ketika spesimen Alumunium 7075 diuji hardness Rockwell F dengan beban 60, Memperoleh hasil kekerasan minimum yaitu 60.39 HRF dengan bahan campuran HBN 50% : C 50% dengan rpm fsp 2280, dan kekerasan maksimum yaitu 95.04 HRF dengan bahan campuran HBN 75% : C 25% dengan rpm fsp 2280. Sedangkan alumunium 7075 murni yaitu 90 HRF.



Gambar 9. Sinyal EDS Spot point 1 Al7075 FSP Sampel 3 2280rpm

Gambar 9. Merupakan hasil sinyal EDS yang terdapat pada specimen sampel 3 dengan kecepatan 2280 rpm yang merupakan sampel dengan nilai kekerasan paling tinggi yaitu sebesar 95.04 HRF. Bahwa dari gambar diatas dapat dilihat bahwa persebaran partikel hexagonal boron nitride dan carbon pada AL 7075 tersebar dengan merata. Peran carbon pada al 7075 adalah untuk meningkatkan nilai kekerasan.



Gambar 10. Grafik Hasil Uji Kekerasan Al7075

Grafik diatas merupakan keseluruhan dari hasil pengujian kekerasan pada Al7075 baik murni maupun yang diberi perlakuan FSP. Dapat diambil kesimpulan bahwa pemberian bahan penguat berupa *carbon* memang dapat meningkatkan nilai kekerasan dari Al7075. Factor lain yang mempengaruhi bertambahnya nilai kekerasan pada Al7075 adalah rasio campuran bahan serta kecepatan pada saat melakukan proses FSP. Semakin cepat putaran pahat pada saat proses FSP menyebabkan partikel bahan campuran semakin baik tersebar dan tercampur pada Al7075.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penambahan partikel hexagonal boron nitride dan nano carbon batok kelapa pada aluminium alloy 7075 melalui proses Friction Stir Processing (FSP) terhadap kekerasan permukaan. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan menggunakan beberapa alat dan bahan yaitu sampel FSP, pahat FSP, mesin HEM, mesin bor duduk, mesin FSP, mesin Hardness, dan mesin SEM (Scanning Electron Microscopy) dan Mikroskop Optikal. Bahwa terjadi perubahan nilai kekerasan dari AL7075 setelah diberikan tambahan partikel Hexagonal Boron Nitride dan nano Carbon batok kelapa. Bahwa dapat diketahui bahan dengan nilai kekerasan yang tertinggi adalah sampel 3 dengan kecepatan 2280 rpm. Berbasis dari hal tersebut, dapat dikembangkan penelitian yang lebih banyak lagi dengan alat yang lebih baik dan berkualitas, proses yang berbeda, zat yang berbeda jenis dan variabel terikat yang lebih kompleks.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Unuversitas Muhamadiyah Surakarta terkhusus program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik yang telah mendukung dan membantu dalam terselenggaranya penelitian ini.

REFERENSI

- Abdullah, Avin, and Azad Mohammed. 2019. "Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review." *Proceedings of 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics - HERVEX*, 77–85.
- Adc, Aluminium, and Nico Ds. n.d. "Sifat Mekanik Paduan."
- Broseghini, M, L Gelisio, M D Incau, C L Azanza Ricardo, N M Pugno, and P Scardi. 2015. "Modeling of the Planetary Ball-Milling Process: The Case Study of Ceramic Powders." *Journal of the European Ceramic Society*, no. March 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2015.09.032>.
- Dabouz, R., M. Bendoumia, L. Belaid, and M. Azzaz. 2019. "Dissolution of Al 6%wt C Mixture Using Mechanical Alloying." *Defect and Diffusion Forum* 391 (February): 82–87. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/DDF.391.82>.
- Kuldeep, B., K. P. Ravikumar, and S. Pradeep. 2019. "Effect of Hexagonal Boron Nitrate on Microstructure and Mechanical Behavior of Al7075 Metal Matrix Composite Producing by Stir Casting Technique." *International Journal of Engineering, Transactions A: Basics* 32 (7): 1017–22. <https://doi.org/10.5829/ije.2019.32.07a.15>.
- Marjanovic, Nenad, Branko Tadic, Branko Ivkovic, and Slobodan Mitrovic. 2006. "Design of Modern Concept Tribometer with Circular and Reciprocating Movement." *Tribology in Industry* 28 (3–4): 3–8.
- Mcnelley, T. n.d. "Perkembangan Struktur Nanokristalin Pada Cu Selama Proses Friction Stir Processing (FSP) Perkembangan Struktur Nanokristalin Pada Cu Selama Proses Friction Stir Processing (FSP)."
- Patil, Namdev Ashok, Srinivasa Rao Pedapati, Usman Bin, Abdul Munir, and Hidayat Syah. 2020. "Pelapis E Ff Dll Dari SiC / Penguatan Fly Ash Pada Sifat," 1–21. <https://doi.org/10.3390/pelapis10060541>.
- Properties, Surface, Namdev Ashok Patil, Srinivasa Rao Pedapati, and Othman Bin Mamat. 2019. "Optimization of Friction Stir Process Parameters For."
- Rahmatika, Amelia, Setiani Ibrahim, Megarini Hersaputri, Ely Aprilia, Jurusan Teknologi, and Institut Teknologi. n.d. "Studi Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Gtaw Aluminium 1050 Dengan Filler Er 4043," 47–54.
- Rana, H G, V J Badheka, and A Kumar. 2016. "Fabrication of Al7075 / B4C Surface Composite by Novel Friction Stir Processing (FSP) and Investigation on Wear" 23: 519–28. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.03.058>.
- Santoso, Ari Beni, and Indriyani Indriyani. 2020. "Pengaruh Rasio Regangan Terhadap Perilaku Low Cycle Fatigue (Lcf) Paduan Al 7075-T7." *Teknika Sains : Jurnal Ilmu Teknik* 5 (1): 45–52. <https://doi.org/10.24967/teksis.v5i1.703>.
- Sharma, Vipin, Ujjwal Prakash, and B. V. Manoj Kumar. 2015. "Surface Composites by Friction Stir Processing: A Review." *Journal of Materials Processing Technology* 224 (May 2015): 117–34. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2015.04.019>.
- Suhardiman, and Mukmin Syaputra. 2017. "Analisa Keausan Kampas Rem Non Asbes Terbuat Dari Komposit Polimer Serbuk Padi Dan Tempurung Kelapa." *Jurnal Invotek Polbeng* 07 (2): 210–14.
- Zohor, Mahdi, M K Besharati Givi B, and P Salami. 2012. "Bahan Dan Desain Pengaruh Parameter Pemrosesan Pada Fabrikasi Komposit Al – Mg / Cu Melalui Proses Pengadukan Gesekan" 39: 358–65. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.02.042>.