

PENGARUH PENGADUKAN DENGAN VARIASI *SIMPLE PADDLE BLADE* TERHADAP KEHOMOGENAN DAN SIFAT MEKANIK KOMPOSIT Al-FLY – ASH DENGAN *METODE STIR CASTING* TANPA PEMBASAHAN

Qomarul Hadi

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Indralaya
email: qoma2007@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pembuatan aluminium matrik Komposit (AMK) dengan berpenguat Abu terbang Batubara (Fly - Ash) 5% menggunakan metode stir casting dengan kecepatan putaran 750rpm. dengan memvariasikan pengadukan simple paddle blade yaitu single blade,two blade, three blade. Proses pencampuran penguat Fly -Ash dilakukan pada kondisi semi solid temperature 600°C agar tercapai kehomogenan Pada aluminium matrik komposit (AMK), semakin merata penyebaran partikel penguat Fly - Ash maka semakin baik. Pada penelitian ini didapatkan nilai impak tertinggi pada jenis two blade(5,769 Joule), dan tegangan tertinggi pada two blade(79,61 N/mm²), dan untuk regangan(ϵ) single tertinggi pada three blade 0,03 dan modulus elastisitas tertinggi pada two blade 16,25 GPa Hasil tersebut menunjukkan dengan double blade memiliki kehomogenan campuran yang terbaik.

Kata kunci: Aluminium matriks komposit, *stir casting*, *single blade*, Tegangan, Impak

1. PENDAHULUAN

Bahan komposit dikembangkan sebagai bahan alternatif untuk mendapatkan sifat yang lebih baik seperti *high strength/modulus* dan densitas rendah yang sangat sesuai diterapkan dalam industri penerbangan, antariksa serta industri otomotif. Pada industri tersebut memang membutuhkan komponen yang lebih ringan namun memiliki karakteristik yang handal. Secara prinsip bahwa penguat yang kontinu memberikan sifat kekuatan spesifik lebih baik.

Namun sayangnya, *high strength fibre* dan metode pembuatannya lebih mahal dibanding jenis komposit lainnya dan hal inilah yang membatasi penggunaannya dalam industri. Oleh karena keterbatasan dari *continuous reinforce* tersebut maka sekarang banyak dan intensif dikembangkan jenis komposit lain, yaitu komposit dengan *discontinuous reinforce* (Lestari, 2008) Berdasarkan referensi penulis menganalisa dari jurnal penelitian diatas, jenis pengadukan dan penuangan pada proses komposit *stir casting* masih banyak diabaikan pada proses pengadukan. Pengadukan dilakukan adanya perbedaan masa jenis partikel antara partikel penguat dengan matriks aluminium, dimana masa jenis penguat Fly-Ash 3,2 grm /cm³ lebih besar dibandingkan masa jenis Al yang berada pada kisaran 2,7 grm/cm³

(Sulardjaka,2011), yang kemungkinan mengakibatkan terjadinya pengendapan partikel penguat pada bagian bawah *cruisible*. Oleh karena itu dilakukan pengadukan agar terjadi penyebaran partikel yang merata dalam matriksnya. Atas dasar tersebut berusaha semaksimal mungkin untuk menganalisa pengaruh pengadukan dengan variasi *simple paddle blade* terhadap kehomogenan dan sifat mekanik komposit Al-Fly-Ash dengan metode *stir casting*, dengan tujuan agar dapat dimanfaatkan pada penelitian selanjutnya

Proses pengecoran *stir casting* perlu perbaikan supaya hasil sebaran Fly-Ash lebih merata pada semua posisi

Zamheri, 2011 meneliti Fraksi Volume partikel penguat Fly-Ash mempunyai pengaruh yang cukup berarti terhadap sifat mekanis (kekerasan), dan struktur mikro dari produk *stir casting*. Nilai kekerasan tertinggi pada 116,56 HB dengan waktu aduk 15 menit dan Persen 15%. Semakin besar fraksi volume partikel maka kekerasan *metal matrix composite* semakin meningkat

J.Hashim,LooneyM.S.J. Hashmi 1999, hasil penelitian pembuatan komposit Al-Fly-Ash dengan *Stir casting* menyatakan; Variabel proses seperti temperatur, kecepatan pengadukan, ukuran impeller, dan posisi impeller merupakan faktor yang mempengaruhi dalam pembuatan komposit matriks logam dengan proses *stir*

casting yang berpengaruh pada sifat mekanik serta distribusi partikel penguat dan wettability nya.

Lilis H, Sulardjaka, Sri N menyatakan 2014 hasil penelitian pembuatan komposit Kekerasan komposit bermatriks aluminium akan meningkat seiring dengan peningkatan kadar TiB 1.5% dan penambahan Fly-Ash 5%

Porositas akan meningkat seiring dengan peningkatan kadar Fly-Ash dalam matriks aluminium. Dengan penambahan 1% Mg mampu meningkatkan wettability matriks aluminium terhadap partikel Fly-Ash, kekerasan meningkat, dan porositas menurun.

Suyanto, 2015 menyatakan Penambahan Mg 1% hanya efektif untuk menaikkan wettability matriks Al terhadap Fly-Ash sampai 5%. Penambahan Mg lebih dari 1% diperlukan untuk mempertahankan wettability pada penambahan Fly-Ash lebih dari 5%

Berdasarkan referensi penulisan tugas akhir, setelah penulis menganalisa yang didapat dari jurnal penelitian diatas, jenis pengadukan dan penuangan pada proses komposit *stir casting* masih banyak diabaikan pada proses pengadukan. Pengadukan dilakukan adanya perbedaan masa jenis partikel antara partikel penguat dengan matriks aluminium, dimana masa jenis penguat Fly-Ash 3,2 grm/cm³ lebih besar dibandingkan masa jenis Al yang berada pada kisaran 2,7 grm/cm³ (Sulardjaka, 2011), yang kemungkinan mengakibatkan terjadinya pengendapan partikel penguat pada bagian bawah *cruisible*. Oleh karena itu dilakukan pengadukan agar terjadi penyebaran partikel yang merata dalam matriksnya. Atas dasar tersebut berusaha semaksimal mungkin untuk menganalisa pengaruh pengadukan dengan variasi *simple paddle blade* terhadap kemogenan dan sifat mekanik komposit Al-Fly-Ash dengan metode *stir casting*, dengan tujuan agar dapat dimanfaatkan pada penelitian selanjutnya

.Aluminium

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat – sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap, kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dsb. Secara satu persatu atau bersama-sama, memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi (Khumar, 2010).

Aluminium memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik pada beberapa kondisi lingkungan karena permukaan Aluminium mampu membentuk lapisan alumina (Al₂O₃) bila bereaksi dengan oksigen. Struktur kristal yang dimiliki Aluminium adalah struktur kristal FCC (*Face Centered Cubic*), sehingga Aluminium tetap ulet meskipun pada temperatur yang sangat rendah. Seperti logam murni lainnya, Aluminium memiliki kekuatan yang rendah dan tidak dapat langsung

diaplikasikan karena ketahanan deformasi dan patahnya kurang tinggi. Oleh karena itu perlu adanya penambahan elemen lain ke dalam Aluminium. Sifat Aluminium tergantung dari interaksi komposisi kimia dan struktur mikro yang berkembang selama solidifikasi, perlakuan panas, dan proses deformasi (untuk produk tempa). Selain sifat-sifat tersebut Aluminium mempunyai sifat-sifat yang sangat baik dan bila dipadu dengan logam lain bisa mendapatkan sifat-sifat yang tidak bisa ditemui pada logam lain. Adapun sifat-sifat dari aluminium antara lain : ringan, tahan korosi, penghantar panas dan listrik yang baik. Sifat tahan korosi pada aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan oksida aluminium pada permukaan aluminium. Sifat fisik aluminium dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel.1. Sifat fisik Aluminium (Yosia, 2012)

Sifat – sifat		
Kemurnian Aluminium (%)	99,96	>99,0
Masa jenis (20° C)	2,6968	2,71
Titik Cair	660,2	653-657
Panas Jenis Cal/g(100°C)	0,2226	
Tahanan Listrik	64,59	59
Listrik Koefisien r (%)	0,00429	.0115
Koefisien Pemuaian (/°C)	0,00429	0,0115
oefisien Pemuaian (20-100°C)	3,86x10 ⁻⁶	23,5x10 ⁵
Jenis Kristal, Konstanta Kisi	<i>fcc, a = 4.013kX</i>	<i>fcc, a = 4,04kX</i>

Klasifikasi Abu Terbang

Abu Terbang digolongkan menjadi dua macam menurut jenis batubara yang digunakan, yaitu tipe C dan F. Tipe C berasal dari pembakaran batubara jenis *lignite* atau *sub-bituminous* sedangkan *fly ash* tipe F dihasilkan dari *anthracite* atau *bituminous*. Selain itu, klasifikasi *fly ash* dapat diketahui dari persentase komposisi kimia yang terkandung didalamnya.

Untuk mendapatkan manfaat dari *fly ash*, terlebih dahulu kita harus mengetahui karakteristik atau sifat-sifat yang terkandung didalamnya. Karakteristik *fly ash* ini meliputi sifat fisik dan kimia.

1. Sifat Fisik

- a. Partikel Morphology
- b. *Fineness*
- c. *Pozzolan Activity*
- d. Warna

2. Sifat Kimia

Sifat kimia pada *fly ash* sangat dipengaruhi oleh jenis batubara yang digunakan. Tabel berikut menunjukkan komponen kimia yang terkandung dalam *fly ash* dari berbagai macam batubara yang ada. Dibawah ini adalah tabel komposisi kimia flyash dari beberapa jenis batubara.

Tabel.2. Komposisi Fly Ash Batubara (Gunawan)

Componen	Bitumino us%	Sub bituminous%	Lignite %
SiO ₂	20-50	40-60	15=45
Al ₂ O ₃	5-35	20-39	10-25
Fe ₂ O ₃	10-40	4-19	2-10
CaO	1-12	5-30	15-40

MgO	0-5	1-6	3-10
Na ₂ O	0-4	0-2	0-10
K ₂ O	0-4	0-2	0-4
LOI	0-15	0-3	0-5

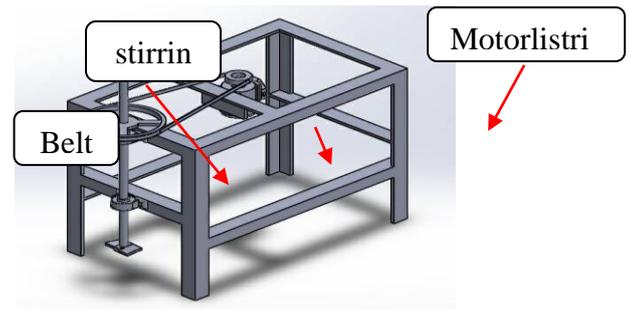
Proses Pembuatan Aluminium Matriks Composite (AMC)

a. Proses keadaan padat (*solid state processes*) (Yosia,2012).

1. *Powder blending and consolidation (PM processing)*: Memadukan serbuk paduan aluminium dengan partikel keramik serat pendek adalah teknik serbaguna untuk produksi AMCs. Blending dapat dilakukan kering atau dalam suspensi cair. Blending biasanya diikuti oleh pemadatan dingin, pengalengan, degassing dan suhu tahap konsolidasi tinggi seperti isostatik panas menekan (HIP) atau ekstrusi.
2. *Diffusion bonding: Mono filament diperkuat AMCs* terutama dihasilkan oleh ikatan difusi (foil-serat-foil) rute atau oleh penguapan lapisan yang relatif tebal dari aluminium pada permukaan serat. 6061 Al-boron komposit serat telah diproduksi oleh ikatan difusi melalui proses foil-serat-foil. Namun, proses ini lebih sering digunakan untuk menghasilkan Ti komposit berbasis serat diperkuat. Proses ini rumit dan memperoleh serat fraksi volume tinggi dan distribusi serat homogen sulit. Proses ini tidak cocok untuk menghasilkan bentuk yang kompleks dan komponen.
3. *PhyFly-Ashal vapour deposition*: Proses ini melibatkan bagian kontinyu serat melalui daerah tekanan parsial tinggi dari logam untuk disimpan, di mana kondensasi terjadi sehingga menghasilkan lapisan yang relatif tebal di serat.

Stir Casting

Stir casting adalah proses pengecoran dengan cara menambahkan suatu logam murni (biasanya aluminium) dengan suatu unsur penguat, dengan cara melebur logam murni tersebut kemudian logam murni yang sudah mencair tersebut diaduk-aduk secara terus menerus hingga terbentuk sebuah pusran, kemudian unsur penguat (berupa serbuk) tersebut dicampurkan sedikit demi sedikit melalui tepi dari pusran yang telah terbentuk itu.



Gambar 1 .Skema Proses Stir Casting (Doc.pribadi,2015)

Dalam skema proses *stir casting* penambahan partikel selama pengadukan berlangsung, terdapat beberapa kerugian yaitu: material yang diaduk tersebut akan menggumpal pada bagian-bagian tertentu yang disebabkan oleh partikel. Hal ini akan menyebabkan meningkatnya kekentalan pada logam cair paduan tersebut. Penambahan partikel melalui bagian atas tersebut akan menyebabkan ikut masuknya udara bebas yang berupa kantong-kantong udara diantara partikel tersebut. Penambahan partikel ini juga harus dikurangi terutama pada saat volume partikel yang akan digunakan meningkat. Proses tersebut akan memakan waktu yang sangat lama untuk pembuatan produk yang lebih besar. Apabila semua bahan dimasukkan ke dalam dapur peleburan dan dileburkan dalam udara terbuka hingga logam paduan dan komposit (Fly-Ash) tercampur secara merata, akan meningkatkan ikatan diantara partikel Fly-Ash dan aluminium itu sendiri. Keberhasilan penambahan partikel silikon karbida dalam paduan matriks telah menunjukkan bahwa ikatan diantara partikel silikon karbida dan sifat-sifat mekanik, seperti: kekuatan tegangan dan kekerasan akan meningkat secara signifikan. (S.Wilastri,AP,2011)

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengecoran komposit, yaitu sebagai berikut :

1. Temperatur logam cair harus dikontrol dengan baik untuk mencegah *overheating* dan pembentukan *aluminum carbide*.
2. Penambahan partikel ke dalam logam cair, semakin banyak partikel yang ditambahkan, menyebabkan peningkatan viskositas, yang perlu diperhatikan sifat mampu alir dalam tahap penuangan.
3. Logam cair harus diaduk secara perlahan selama *casting* untuk menjaga distribusi partikel penguat tersebar merata. Partikel penguat tidak melebur dan larut dalam matrik Al dan karena berat jenis partikel penguat lebih besar dibanding matrik Al, maka partikel penguat cenderung mengendap dibawah.
4. Turbulensi selama *casting* harus dihindari untuk mencegah terperangkapnyagas

Untuk mendistribusikan partikel penguat secara merata dalam matrik Al maka dilakukan proses pengadukan dengan parameter tertentu. Proses pengadukan itu sendiri dilakukan secara perlahan untuk mencegah terjadinya aliran *vortex* pada permukaan logam cair dan memecah lapisan permukaan karena

dapat mengakibatkan masuknya *dross* atau kotoran kedalam logam cair. Pengadukan secara mekanik menggunakan *impeller* akan menghasilkan sifat mekanik optimum jika dilakukan secara terus menerus. Berbagai jenis dan bentuk serta posisi *impeller* dicoba dan digunakan untuk mendapatkan hasil *stir casting* yang optimum. Parameter proses pengadukan dan *casting* lain seperti kecepatan pengadukan, perbandingan diameter *impeller* dengan krusibel, perbandingan kedalaman *impeller* terhadap krusibel juga sangat mempengaruhi kualitas *casting* terutama porositas dan homogenitas partikel.

Proses Pengadukan dan Pencampuran (Al-Fly-Ash)

Pengadukan adalah operasi yang menciptakan terjadinya gerakan dari bahan yang diaduk seperti molekul-molekul, zat-zat yang bergerak atau komponennya menyebar (terdispersi). Tujuan Pengadukan adalah untuk mencampur matriks dan silikon karbida pada proses pengecoran, (J.Hasim,2010)

Pengadukan dilakukan adanya perbedaan masa jenis partikel antara partikel penguat dengan matriks alumunium, dimana masa jenis penguat Fly-Ash 3,2 grm/cm³ lebih besar dibandingkan masa jenis Al yang berada pada kisaran 2,7 grm/cm³ yang kemungkinan mengakibatkan terjadinya pengendapan partikel penguat pada bagian bawah *cruisible*. Oleh karena itu dilakukan pengadukan agar terjadi penyebaran partikel yang merata dalam matriks nya. pengaduk yang digunakan diusahakan tidak ikut berreaksi serta dilakukan pelapisan dan preheating untuk menghindari keberadaan gas hidrogen yang menyebabkan adanya porositas dan solidifikasi (Yosia,2012).b menyebabkan tersebarnya secara acak suatu bahan ke bahan yang lain dimana bahan-bahan tersebut terpisah dalam dua fasa atau lebih. Proses pencampuran dilakukan dalam *cruisible*, Hal ini dikarenakan faktor-faktor penting yang berkaitan dengan proses ini, dalam aplikasi nyata bisa dipelajari dengan seksama dalam alat ini. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengadukan dan pencampuran diantaranya adalah perbandingan antara geometri *cruisible* dengan geometri pengaduk, bentuk dan jumlah pengaduk, posisi sumbu pengaduk, kecepatan putaran pengaduk, serta densitas dan viskositas. Pencampuran terjadi pada tiga tingkatan yang berbeda yaitu:

1. Mekanisme konvektif: pencampuran yang disebabkan aliran cairan secara keseluruhan (*bulk flow*).
 2. *Eddy diffusion*: pencampuran karena adanya gumpalan - gumpalan fluida yang terbentuk dan bercampakan dalam medan aliran.
 3. *Diffusion*: pencampuran karena gerakan molekuler.
- Ketiga mekanisme terjadi secara bersama-sama, tetapi yang paling menentukan adalah *eddy diffusion*. Mekanisme ini membedakan pencampuran dalam keadaan turbulen dengan pencampuran dalam medan aliran laminar. Sifat fisik fluida yang berpengaruh pada proses pengadukan adalah densitas dan viskositas.

Secara khusus, proses pengadukan dan pencampuran digunakan untuk mengatasi tiga jenis permasalahan utama, yaitu:

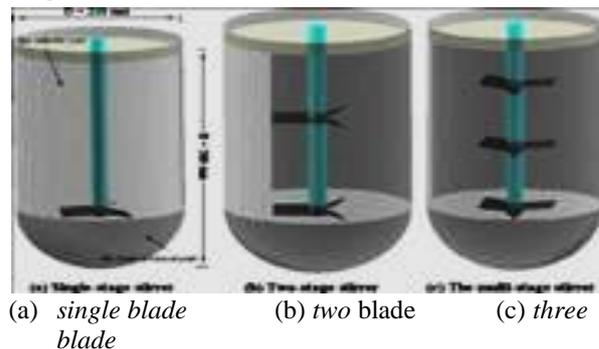
1. Untuk memfasilitasi perpindahan massa atau energi diantara bagian-bagian dari sistem yang tidak seragam.
2. Untuk menghasilkan keseragaman statis ataupun dinamis pada sistem multifasa multikomponen.
3. Untuk menunjukkan perubahan fasa pada sistem multikomponen dengan atau tanpa perubahan komposisi. (Suyanto,2010)

Jenis Dan Bentuk Pengaduk (*Stirring*)

a. Pengadukan mekanik

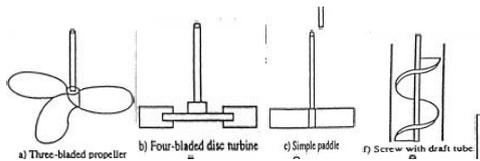
Pada proses *stir casting* pengaduk kan merupakan hal yang harus diperhatikan pada kondisi matriks cair, pengadukan dilakukan guna mengurangi terjadinya partikel keramik untuk mengendap atau terapung, tergantung dari berat jenisnya apakah lebih besar atau lebih kecil dibanding matriks cair. Hal tersebut menyebabkan distribusi partikel keramik tidak seragam.

Pada penelitian ini menggunakan pengadukan mekanik dengan menggunakan motor listrik sebagai penggerak dengan menggunakan belt sebagai penghubung pada poros blade sehingga mengerakan blade stirrer. Posisi pengaduk yang tenggelam dalam lelehan material 35% berada dibawah dan 65% material berada diatasnya (Singla.M., 2006).



Gambar 2. Jenis Bentuk Pengadukan proses *stir casting* (Singla,2006)

Proses pencampuran partikel keramik ke dalam matriks cair mempunyai dua kelemahan utama yaitu partikel keramik biasanya tidak terbasahi permukaannya oleh matriks cair, dan yang kedua adalah adanya kecenderungan partikel keramik untuk mengendap atau terapung, tergantung dari berat jenisnya apakah lebih besar atau lebih kecil dibanding matriks cair. Hal tersebut menyebabkan distribusi partikel keramik tidak seragam. Masalah tersebut dapat diatasi dengan proses cair *stir casting*, menggunakan pengadukan dengan putaran tinggi dan dengan pemanasan awal terhadap partikel keramik agar bisa terbasahi oleh matriks cair, sebelum dicampurkan kedalam matriks. Tujuan utamanya adalah untuk mendapatkan distribusi partikel keramik yang seragam dalam MMC



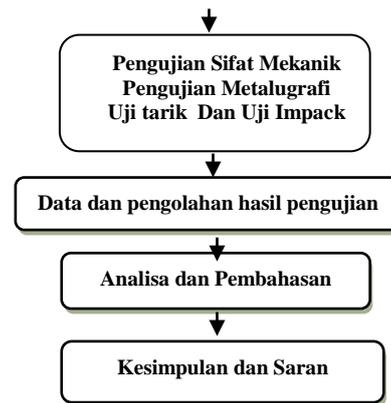
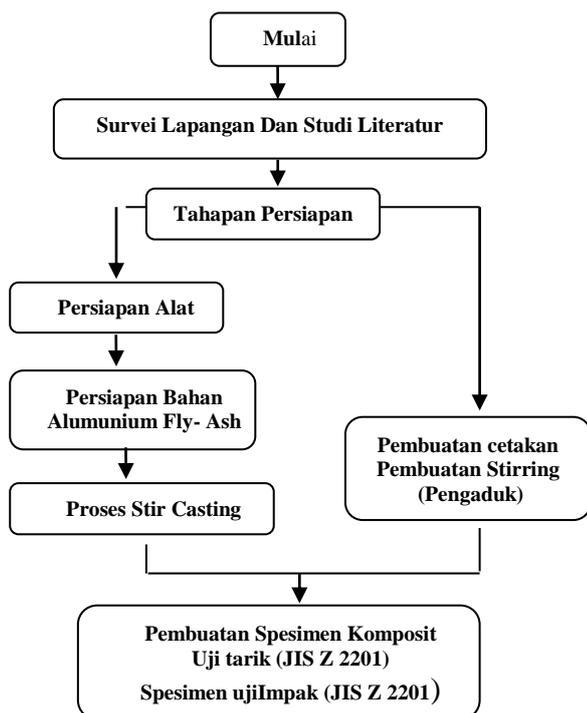
Gambar 3. Bentuk blade stiring proses stir casting (Hashim, 1999)

b. Waktu Pengadukan

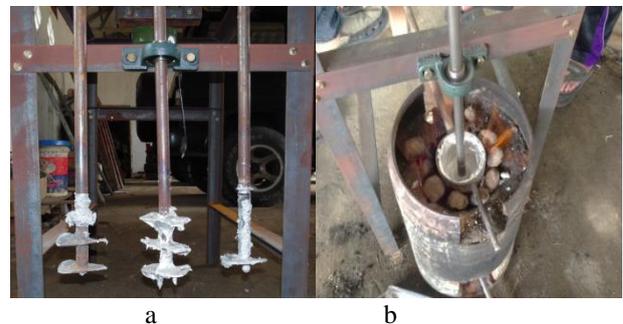
Pengadukan bertujuan untuk memberikan kesempatan partikel masuk kedalam matrik untuk mengendap dan mendapatkan bentuk penyebaran partikel yang seragam. Pada metode stir casting, bentuk penyebaran dan pengendapan partikel dipengaruhi oleh dua macam kecepatan aliran yaitu kecepatan aliran aksial (velocity of flow axial) dan kecepatan akhir pengendapan (terminal settling velocity). Kecepatan alir aksial adalah kecepatan alir berputar terhadap pusat garis crucible. Pada saat berlangsungnya pengendapan partikel kedalam matrik, waktu pengadukan sangat membantu mengaktifkan energi permukaan partikel untuk dibasahi logam cair. Hal ini ditandai oleh perubahan besaran nilai sudut kontak, dimana semakin lama waktu pengadukan dan meningkatnya temperatur penahanan (*holding temperature*) menunjukkan sudut kontak relatif kecil dan energi permukaan secara berangsur-angsur menurun (Zamheri, 2011)

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental di laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Unsri, metodologi penelitian selengkapnya dapat dilihat pada skema dibawah ini: Gambar 4. Skema Metode Penelitian



Gambar .4. Alur Penelitian



Gambar.5. a. Blade yang dipakai, b Tungku Pengecoran

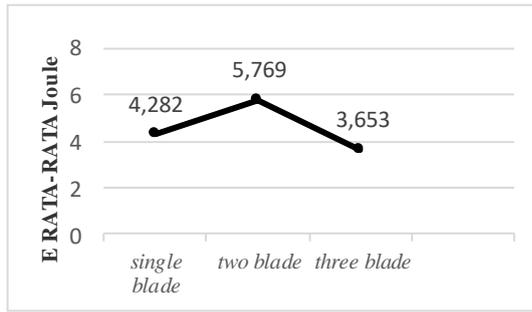


Gambar.6. Specimen Hasil Pengecoran

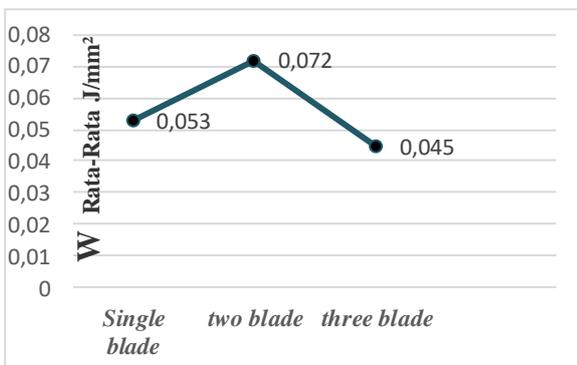
3. HASIL PENGUJIAN

Hasil Pengujian Impak

Pengujian impact dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode *Charpy* dengan sudut ayunan (α) sebesar 90° . pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kegetasan atau keuletan spesimen hasil pengecoran komposit matrik aluminium dan campuran silikon karbida 5 %, Dengan menggunakan spesimen berbentuk dan memiliki ukuran pengacu pada standar uji JIS Z 2202 memakai mesin *Charpy Impact Testing Machine* dimana P = Berat palu (25,68 kg) = (25,68 kg x 9,81 m/s = 251,921 N, D = Jarak dari pusat sumbu palu ke pusat grafitasi (0,649 m), A_i = luas penampang dibawah takikan = 80 mm², α = sudut angka palu (90°), dan θ = sudut ayunan setelah palu mengenai specimen.



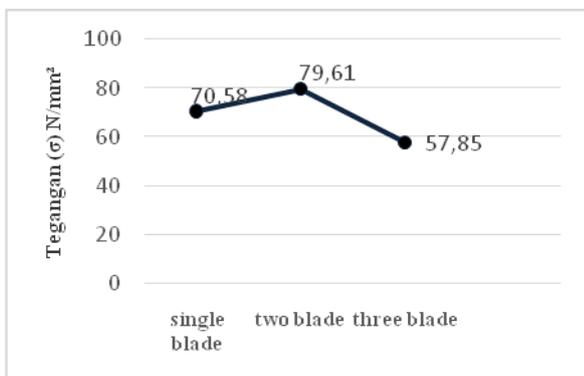
Gambar..7. Hubungan antara Jenis Blade Terhadap Energi Impak rata-rata



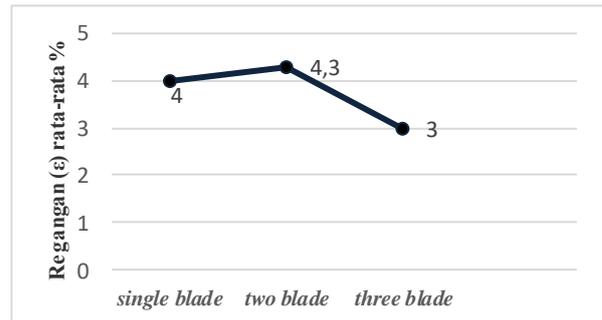
Gambar.8. Hubungan antara Jenis Blade Terhadap E rata-rata Persatuan Luas

Hasil Pengujian Tarik

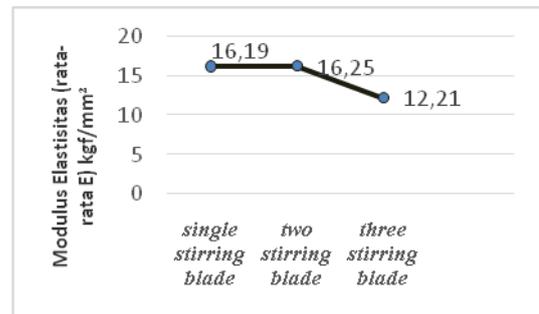
Dilakukan pengujian tarik bermaksud untuk mengetahui rata-rata tegangan maksimum dan regangan dari setiap spesimen yang diujikan. Dengan menggunakan spesimen yang memiliki bentuk dan ukuran menurut pada standar uji JIS Z 2201 menggunakan Universal Testing Machine dilaboratorium Metalurgi teknik mesin unsri, untuk hasil awal dari pengujian tarik dapat dilihat pada tabel 4.3, Dari data awal hasil uji tarik kemudian dihitung menggunakan rumus untuk mengetahui tegangan dan regangan dari setiap spesimen yang diuji.



Gambar.9. Hubungan antara Jenis Blade Terhadap Tegangan Tarik



Gambar..10. Hubungan antara Jenis Blade Terhadap Regangan Tarik

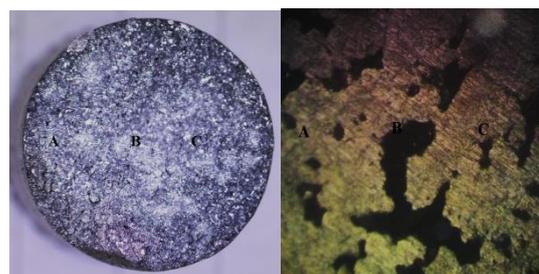


Gambar.11. Hubungan antara Jenis Blade Terhadap Modulus Elastisitas

Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro alumunium matrik komposit berpenguat partikel silikon karbida (Fly-Ash), dengan tujuan untuk mengetahui penyebaran partikel silikon karbida pada proses *stir casting* alumunium matrik komposit, dengan variasi pengadukan *simple paddle blade*, dengan kecepatan putaran 750 rpm.

Jenis Pengadukan dengan One Blade



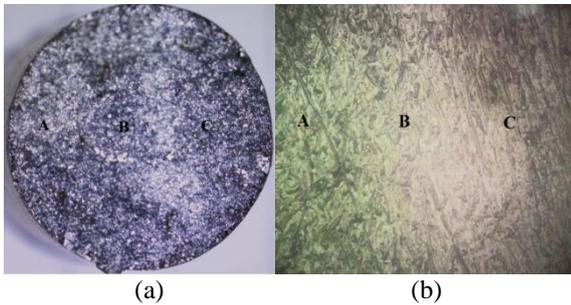
Gambar.12. (a), struktur makro permukaan patah (b), Struktur mikro penyebaran Fly- Ash



(a) (b)

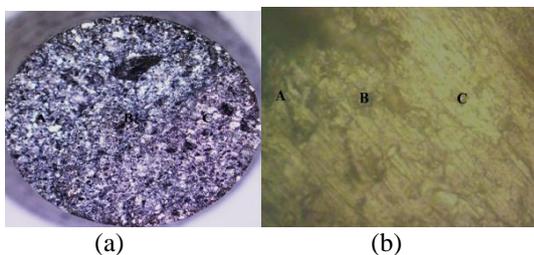
Gambar.13. Struktur Mikro dan Endapan Fly-Ash on Blade

Jenis Pengadukan Dengan Two blade



Gambar.14. (a),struktur makro permukaan patah (b),Struktur mikro penyebaran Fly- Ash

Jenis Pengaduk Three Blade



Gambar.15. (a),struktur makro permukaan patah (b),Struktur mikro penyebaran Fly- Ash



Gambar.16. Struktur Mikro dan Endapan Fly-Ash Three blade

4. PEMBAHASAN

Pengujian Impak

Dari hasil pengujian *impack* yang telah dilakukan maka dapat dianalisa perbandingan rata-rata energi *impack* (E) dan rata-rata energi *impack* persatuan luas (W) pembuatan alumunium matrik komposit dengan penguat Silikon karbida (Fly-Ash) dengan variasi bentuk pengaduk *stirring blade*, pada variasi jenis bentuk pengaduk *single blade* yaitu 4,282 Joule, untuk *two blade* yaitu 5,769 Joule sedangkan jenis bentuk pengaduk *three blade* yaitu 3,653 Joule, Energi *impact* (E) rata-rata tertinggi yaitu sebesar 5,769 Joule yang diperoleh dari jenis pengadukan *two blade*, Sedangkan harga *impact* (E) rata-rata terendah yaitu 3,653 Joule sebesar yang dihasilkan dari jenis pengadukan *three stirring blade*.

Untuk harga (W) *impack* rata-rata yang didapat dari perbandingan variasi jenis pengadukan *simple paddle blade*, *single blade* 0,053 Joule/mm², *two blade* 0,072 Joule/mm², *three blade* 0,0456 Joule/mm². untuk harga *impack* (W) rata-rata tertinggi yaitu 0,072 Joule/mm² yang dihasilkan dari jenis pengadukan *two blade*, sedangkan untuk harga *impack* (W) rata-rata terendah yaitu 0,0456 Joule/mm² yang diperoleh dari jenis pengaduk *three blade*.

Dari gambar 9 dan 10 grafik hubungan antara nilai *energy impack* (E) dan harga *impack* (w) rata-rata dengan variasi jenis pengadukan *simple paddle blade*, alumunium matrik komposit dengan penguat Silikon karbida (Fly-Ash) dijelaskan bahwa pengaruh variasi pengadukan *simple paddle blade* pada proses pembuatan alumunium matrik komposit berpenguat Silikon karbida (Fly-Ash) berpengaruh pada proses penyebaran partikel Fly-Ash pada proses *stir casting*, dengan kecepatan putaran pengaduk konstan 750 rpm, dengan menggunakan jenis pengaduk *two stirring blade* pada proses *stir casting* penyebaran partikel Fly-Ash lebih merata serta nilai harga *energy impack* dan harga *impack* rata-rata yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan jenis pengaduk *single blade*, *three blade*, dapat diperoleh jenis pengaduk *two stirring blade* lebih baik digunakan pada proses *stir casting* untuk penyebaran partikel Fly-Ash yang lebih merata pada pembuatan alumunium matriks komposit. dengan penyebaran Fly-Ash yang merata maka akan meningkatkan nilai harga *energy impack*.

Uji Tarik

Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data uji tarik material alumunium matrik komposit dengan variasi jenis pengaduk *simple paddle stirring blade* pada proses *stir casting* diperoleh tegangan (σ) pada tabel 4.4 untuk variasi jenis pengadukan untuk nilai tegangan tertinggi dihasilkan dari pengaduk *two blade* 79,61 N/mm², dan nilai terendah dihasilkan dari pengaduk *three blade* yaitu 57,85 N/mm².

Hasil pengujian tarik seperti yang tercantum pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa jenis pengaduk *stirring blade* berpengaruh terhadap penyebaran partikel Silikon karbida (Fly-Ash) sebagai penguat komposit matrik alumunium yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik material alumunium matrik komposit berpenguat silikon karbida (Fly-Ash) yang tertinggi dibandingkan dengan jenis pengaduk *single blade* dan *three blade* semakin merata penyebaran partikel silikon karbida (Fly-Ash) pada alumunium matrik komposit maka nilai tegangan (σ) dan juga pada gambar 11 menunjukkan bahwa semakin tidak merata penyebaran partikel Fly-Ash akan mengakibatkan penurunan nilai kekuatan tarik.

Regangan

Dari tabel 12 nilai regangan (ε) rata-rata alumunium matrik komposit dengan berpenguat silikon karbida (Fly-Ash) didapatkan nilai regangan rata-rata untuk variasi jenis bentuk pengaduk *single stirring blade* yaitu sebesar 4 % untuk variasi jenis bentuk pengaduk *two stirring blade* yaitu sebesar 4,3% , untuk variasi *three stirring*

blade matrik yaitu sebesar 3% Nilai tegangan rata-rata tertinggi diperoleh dari variasi jenis bentuk *two blade* yaitu sebesar 4,3% sedangkan nilai regangan rata-rata terendah diperoleh dari *three blade* % yaitu sebesar 3%.

Dari gambar 12 merupakan hubungan grafik regangan rata-rata dan perbandingan variasi jenis bentuk pengaduk stirring blade pada proses pembuatan alumunium matrik komposit dengan penguat silikon karbida (Fly-Ash) dengan metode *stir casting*, menjelaskan bahwa variasi jenis bentuk pengaduk stirring blade dapat mempengaruhi penyebaran partikel silikon karbida (Fly-Ash) sebagai penguat yang mempengaruhi terhadap regangan yang terjadi .dan juga terhadap pertambahan panjang (ΔL), pada alumunium matrik komposit (AMC) dengan penguat silikon karbida (Fly-Ash). Namun dari gambar 4.4 menunjukkan bahwa pengguna pengaduk *three stirring blade* pada proses *stir casting* mengakibatkan terjadinya penurunan nilai regangan dari sebelumnya.

Hasil penelitian semakin merata penyebaran penguat silikon karbida makin semakin besar regangan yang terjadi, dan sebaliknya semakin tidak merata penyebaran partikel silikon karbida maka semakin rendah regangan yang terjadi pada alumunium matriks komposit (AMC) berepenguat silikon karbida (Fly-Ash).

Struktur Mikro

Pada gambar permukaan patah untuk pengaduk(a) *single blade* terjadinya ketidak merataan partikel penguat Fly-Ash dimana terjadi pengendapan Fly-Ash pada daerah tertentu dan juga banyak terjadi porositas yang mengakibatkan material tersebut memiliki sifat getas tidak ulet.

Untuk permukaan patah variasi pengaduk *two blade*, partikel penguat Fly-Ash pada alumunium matrik komposit (AMC) lebih merata terlihat pada gambar diatas, dengan semakin meratanya penyebaran partikel Fly-Ash maka material tersebut keuletannya semakin meningkat,

Pada permukaan patah variasi pengaduk *three blade* dengan terjadi ketidak merataan partikel penguat Fly-Ash tidak terdispersi secara merata akibat adanya efek dari gaya sentrifugal pengadukan didalam *cruisible* yang mengakibatkan material bersifat getas, dan tidak ulet.

5. KESIMPULAN

Proses pembuatan alumunium matrik komposit (AMC) dengan berepenguat partikel Silikon karbida (Fly-Ash) pada kondisi semi solid pada temperatur 610° sampai 750°C tanpa pembasahan dapat dilakukan.

Dengan menggunakan pengaduk *two blade* pada proses *stir casting* maka penyebaran partikel semakin merata dan kemogena Alumunium matrik komposit dapat tercapai dibandingkan dengan pengaduk *single blade*, *three blade*, seperti terlihat pada gambar struktur mikro dan juga permukaan patahnya.

Semakin merata Fly-Ash pada alumunium matrik komposit maka semakin meningkatnya kekuatan tarik dan juga kekuatan impact, untuk nilai rata-rata kekuatan tarik tegangan (σ) *single blade* (70,58 N/mm²), *two blade* (79,61 N/mm²), *three blade* (57,85 N/mm²), untuk nilai rata-rata kekuatan impact (E), *single blade* (4,282 Joule), *two blade* (5,769 Joule), *three blade* (3,653 Joule).

Pembasahan yang tidak sempurna pada alumunium matrik komposit menyebabkan terjadinya penggumpalan Fly-Ash , sehingga partikel Silikon karbida tidak terdistribusi secara merata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Zamheri.(2011),” Pengaruh Waktu Stirring ,Fraksi Volume,dan Ukuran Besar Butir partikel Fly-Ash Terhadap Kekerasan MMC Al 6061–Fly-Ash Dengan Sistem Stir Casting”. Vol 3, No 2.
- [2] Ajriyanto.(2010),” Fabrikasi Komposit Al/Al₂O₃(p) Coated dengan Metode Stir Casting dan Karakterisasinya “. Master Thesis, Departemen Teknik Metalurgi dan Material”. Universitas Indonesia, Depok.
- [3] Arman. (2006),” Pengaruh Kecepatan Pengadukan Dan Penambahan Persentase Magnesium Terhadap Karakteristik Paduan Al-Mg + Al₂O₃ Hasil Stir Casting “. Tesis Jurusan Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [4] ASM Handbook.,composite”,vol 21,ASM Internatiaonal Clevand Ohio,2001
- [5] Bhushan, R.K. and Kumar, S. (2011), “Influence of Fly-Ash particles distribution and Weight percentage on 7075 Al alloy”, *Journal of Materials Engineering and Performance*, Volume 20(2) March 2011, 317 – 323.
- [6] Callister.D.W.Jr(2003)”, *Material Science and Engineering An Introductoin sixth Edition* Jhon Wiley and Sons,Inc
- [7] Clyne,T.W.(2001),” *Metal Matrix composite: matrices and Processing* University of Cambrige,UK.
- [8] Hashim, J.(2001), “ The Production of Cast Metal Matrix Composite by A Modified Stir Casting Method”, *Jurnal Teknologi*, Universiti Teknologi Malaysia, vol. 35, pp. 9-20.
- [9] H. Vladimir Martínez and Marco F. Valencia,(2011), *Semisolid Processing of Al/β-Fly-Ash Composites by Mechanical Stirring Casting and High Pressure Die Casting*.
- [10] Khumar,G.B Veeresh.(2010),” *Studies on Al6061-Fly-Ash and Al7075-Al₂O₃ Metal Matrix Composite*, *Journal of Minerals and Materials Characterization And Engineering*,”Vol.9 No.1,pp 43-45
- [11] Lestari, F.P.(2008), ” Pengaruh Temperatur Sinter dan Fraksi Volume Penguat Al₂O₃ Terhadap Karakteristik Komposit Lamina Hibrid Al/Fly-Ash-Al/Al₂O₃ Produk Metalurgi Serbuk,”Master Thesis, Departemen Teknik Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia, Depok.

- [12]Laboratorium Metallurgy Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.(2015), "*Panduan Pengujian Mekanik dan Metalurgy*".
- [13]Moraes, E.E.S., Grace, M.L.A and Cairo, C.A.A.(2006) ," Study of Alumunium Alloys Wettability on Fly-Ash Perform," Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciencia dos Materiais, Brazil.
- [14]Prabu, S.B, Karunamoorthy, L., Kathiresan, S., and Mohan, B.(2006), "Influence of stirring speed and stirring time on distribution of particles in cast metal matrix composite", *Journal of Materials Processing Technology*, 171, 268–273.
- [15]Soe,Y.H., Kang, C.G., (1995), *The Effect of Aplied Pressure on Particle Dispersion Characteristand Mechanical Properties in Melt Stiring Squeeze Cast Fly-Ash/Al Composites*, *J. MatProcess, Technol*, 55, pp.370-379
- [16]Shubham Mathur, Alok Barnawal.(2003),"Effect of Process Parameter of Stir Casting on Metal Matrix Composites,"Volume 2 *International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN (Online): 2319-7064*.
- [17]Stefanescu D.M., in : M.A. Taha. N.A. El-Mahallawy (Eds), (1993), *Advances in Metal Matrix Composites, Key Engineering Materials*, 79-80, pp. 75-90.
- [18]Suyanto.(2013), "Analisa Ketangguhan Komposit Alumunium Berpenguat Serbuk Fly-Ash" *Jurnal SIMETRIS*, Vol 6 No 1, ISSN: 2252-4983.
- [19]Sinarep, Nasmi Hernila Sari, Ahmad Taufan.(2011)"Ketahanan Bending Komposit Hybrid Serat Batang Kelapa/Serat Gelas dengan Matrik Urea Formaldehyde". Fakultas Teknik Universitas Mataram. Mataram.
- [20]
- [21]Singla, M., Singh, L., and Chawla, V, "Study of wear properties of Al-Fly-Ash
- [22]composites", *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*, Vol. 8, No.10,813-819.2006.
- [23]Sumsun Naher.(2004),"Examination Of The stir Casting Method To Produce Al- Fly-Ash Composite",
- [24]S. Wilastari,AP. Bayuseno,S. Nugroho.(2011)," Variasi Kecepatan putaran Dalam Metode Stir casting Terhadap Densitas Dan Porositas Al-Fly-Ash Untuk Aplikasih Blok Rem Kereta Api ", Vol. 7, No. 2, Oktober 2011 : 31- 35.
- [25]Sadi, Viktor Malau, M. Waziz Wildan, Suyitno.(2014)," Analisa Pengaruh Kandungan Fly-Ash, Temperatur Cairan,Kecepatan Putaran,Dan Durasi Waktu Pengadukan Pada Kekuatan Tarik Komposit", *Al-Fly-Ash* Vol. 16, No. 1,7–13.
- [26]Yosia Samuel.(2004)," Karaterisitik Komposit Alumunium AC8H Dengan Prose Stir Casting"

