Fabrikasi dan Karakterisasi Produk Stir-Squeeze Casting Composit Daur Ulang Aluminium dengan Variasi Temperatur

By Gunawan -

WORD COUNT	4318	TIME SUBMITTED	17-APR-2023 01:16PM
		PAPER ID	98792910

FABRIKASI DAN KARAKTERISASI PRODUK STIR-SQUEEZE CASTING KOMPOSIT DAUR ULANG ALUMINIUM DENGAN VARIASI TEMPERATUR

Gunawan [(1)], Ricky Ramadhan Bahar[(1)] dan M. A. Ade Saputra [(1*)]

[(1)]Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

[(*)]E-mail *Corresponding Author* : *m.a.adesaputra@ft.unsri.ac.id*

Abstrak

AMC (*Aluminium Matrix Composites*) adalah jenis material komposit logam dengan aluminium sebagai matriknya dan *Fly Ash* sebagai *reinforced* atau penguat dari matrik Aluminium. Metode yang digunakan untuk pembuatan aluminium komposit yaitu metode *stir – squeeze casting*, dengan menggunakan parameter temperatur penuangan 700, 750, 800ºC, fraksi berat *fly ash* 12% serta kecepatan pengadukan konstan 350rpm dan waktu pengadukan 3 menit. Pengujian ini meliputi pengujian kekerasan, impak, komposisi kimia (XRF), XRD, Densitas dan *Scanning Electron Micropskop* (SEM), nilai kekerasan meningkat dari paduan 88Al12FA dengan temperatur tuang 700, 750, 800ºC dengan nilai 117.971, 107.982 dan 116.612 BHN, terjadi penurunan nilai impak dari setiap penambahan bahan paduan *fly ash* tetapi pada temperatur 800ºC nilai kekuatan impaknya meningkat , di dapatkan nilai impak pada 88Al12FA dengan temperatur 700ºC sebesar 15.954 joule, pada 88Al12FA dengan tempertur 750ºC sebesar 14.392 joule dan pada 88Al12FA dengan temperatur 800ºC sebesar 17.185 joule. Hasil komposisi kimia(XRF) masih banyak faktor pengotor pada waktu pengecoran. Hasil XRD terdapat 4 peak list aluminium dan 2 peak list dari fasa lain. Hasil pengujian densitas cendrung meningkat seiring bertambahnya persentase temperatur penuangan. Pada hasil SEM diketahui adanya dimple, void dan debris di setiap spesimen.

Kata Kunci: AMC, *stir*, *squeeze*, *casting*, *fly ash*

Abstract

AMC (Aluminum Matrix Composites) is a type of metal composite material with aluminum as its matrix and Fly Ash as reinforced or reinforcement of the Aluminum matrix. The method used to manufacture aluminum composites is the stir-squeeze casting method, using the parameters of pouring temperature 700, 750, 800ºC, fraction weight of fly ash 12% and constant stirring speed of 350rpm and stirring time of 3 minutes. This test includes testing of hardness, impact, chemical composition (XRF), XRD, Density and Scanning Electron Micropskop (SEM), hardness values increased from 88Al12FA alloys with 700, 750, 800ºC temperatures with a value of 117,971, 107,982 and 116,612 BHN, decreasing the impact value of each addition of the fly ash alloy material but at a temperature of 800akC the impact strength increased, the impact value was obtained in 88Al12FA with a temperature of 700ºC of 15,954 joules, in 88Al12FA with temperaur of 750ºC of 14,392 joules and in 88Al12FA with a temperature of 800ºC of 17,185 joules. The results of chemical composition (XRF) are still many impurity factors at the time of casting. XRD results have 4 peak list aluminum and 2 peak lists from other phases. The trend test results tend to increase as the percentage of pouring temperature increases. The SEM results revealed dimple, voids and debris in each specimen.

Keywords: *AMC, stir, squeeze, casting, fly ash*

1 PENDAHULUAN

Pengunaan aluminium dan logam paduan aluminium dunia industri terus berkembang saat ini, Berkembangnya industri di Indonesia menjadikan kebutuhan akan industri logam juga semakin meningkat. Salah satunya adalah industri logam alumunium sebagai pengganti logam non ferrous. Alumunium bersifat lembut, ringan dan merupakan konduktor listrik dan konduktor panas yang baik. Alumunium dapat ditempa menjadi lembaran, ditarik menjadi kawat dan diekstrusi menjadi batangan dengan bermacam-macam penampang. Selain itu, alumunium juga tahan terhadap korosi.

Alumunium digunakan dalam banyak hal. Umumnya digunakan dalam badan pesawat terbang, botol minuman ringan, tutup botol susu dan lain sebagainya. Aluminium juga digunakan untuk melapisi lampu mobil dan *compact disc*[1].

Fly ash merupakan material yang memiliki ukuran butiran yang halus, berwarna keabu-abuan dan

diperoleh dari hasil pembakaran batubara, penggunaan *fly ash* sebagai bahan pengisi atau penmbahan pada aluminium biasa disebut dengan *Aluminium Matrix Composite* (AMC).

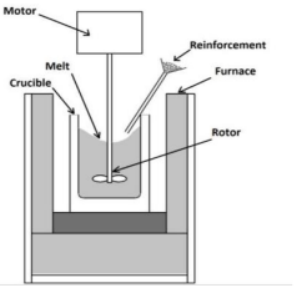
Aluminium sebagai komposit matriks logam yang menggunakan *fly ash* sebagai penguatnya telah banyak dikembangkan beberapa tahun terakhir ini. Sifat seperti ringan, tahan korosi, penghantar listrik yang baik dimiliki oleh logam aluminium dapat digunakan sebagai matriks, sedangkan *fly ash* berfungsi sebagai penguat. *Fly ash* yang merupakan salah satu hasil sisa limbah dari pembakaran batu bara banyak dibuang begitu saja. Penggunaan *fly ash* pada AMC ini diharapkan mampu menyelesaikan masalah lingkungan yang di timbulkan jika *fly ash* dibiarkan begitu saja dan ternyata penggunaan *fly ash* ini mampu meningkatkan sifat fisik dan mekanik dari aluminium[2].

Aluminium merupakan logam yang penggunaannya setiap tahunnya adalah pada urutan yang kedua setelah besi dan baja. Hal ini karena sifat alumunium yang ringan, memiliki ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik. Namun sifat mekanis yang rendah menjadi kendala dalam penggunaan alumunium ini, salah satu matrial yang banyak dikembangkan saat ini adalah *Metal Matrix Composites* (MMC).

Metal Matrix Composites adalah rekayasa material dengan cara mengkombinasikan dua atau lebih material dimana salah satu materialnya berupa material logam yang bertujuan untuk meningkatkan properties dari material tersebut. MMC mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan matrial logam yang berdiri sendiri (*Monolithic Metal*).

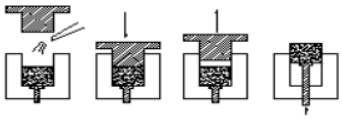
Aluminium merupakan logam ringan yang memiliki ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik. Penggunaan aluminium sebagai logam setiap tahunnya adalah pada urutan yang kedua setelah besi dan baja. Material ini digunakan di dalam bidang yang luas seperti keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, kontruksi dan sebagainya. Al di dapat dalam keadaan cair dengan elektrolisa, umumnya mencapai kemurnian 99,85% [3].

Pengecoran merupakan salah satu proses pengolahan logam yang baik untuk daur ulang, setelah didaur ulang aluminium kemasan minuman kaleng bekas dapat dimanfaatkan kembali. Salah satu logam memiliki mampu daur ulang yang baik adalah aluminium. Untuk meningkatkan kembali sifat mekanik aluminium tersebut, penambahan unsur penguat seperti magnesium dan *fly ash* dapat dilakukan pada saat proses pengecoran. Guna menghasilkan produk AMC (*Aluminium Matrix Composites*) yang berkualitas tinggi.



Gambar 1. Skematik Metode Stir Casting

Proses *stir casting* merupakan proses pembuatan komposit dengan cara penuangan logam yang sebelumnya telah mengalami proses pengadukan pada kondisi temperatur konstan di atas temperatur cairnya. Proses ini didasarkan atas penggabungan bahan berupa partikel penguat yang dimasukkan kedalam logam cair. Setelah penambahan dispersoid yang berupa magnesium (mg) sebagai pembasah (*wetting agent*), leburan ini diaduk untuk beberapa saat yang bertujuan untuk memperoleh suatu bubuk yang seragam, kemudian dituang kedalam bagian bawah *crucible* kedalam cetakan [4].



Gambar 2. Skematik Metode *Squeeze Casting*

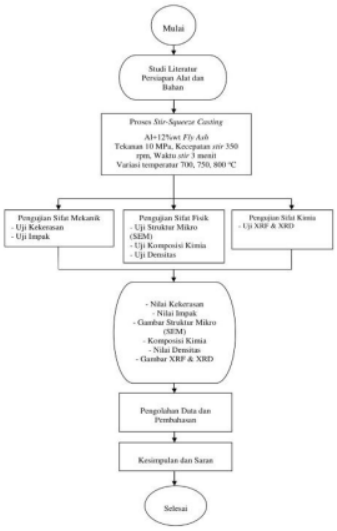
Pengecoran *squeeze* adalah pengeoran bertekanan dengan menggunakan cetakan berbentuk *die-punch* di mana tekanan langsung diberikan pada logam cair pada saat terjadi pembekuan.Proses *squeeze*, mampu meningkatkan sifat fisis dan mekanis terutama pada material dengan paduan dasar Aluminium dan Magnesium.

Fly ash merupakan limbah industri yang dihasilkan dari pembakaran batubara yang memiliki ukuran butiran yang halus, berwarna keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara. *Fly ash* banyak digunakan dan diakui secara luas sebagai campuran *cement*, *concrete* dan material-material khusus lainnya. Besar densitas tersebut tergantung dari unsur kimia dan porositas yang terdapat di dalamnya namun biasanya densitas *fly ash* berkisar antara 1,3 gr/cm3 dan 4,8 gr/cm3.

2 METODOLOGI

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Tahapan Persiapan Penelitian

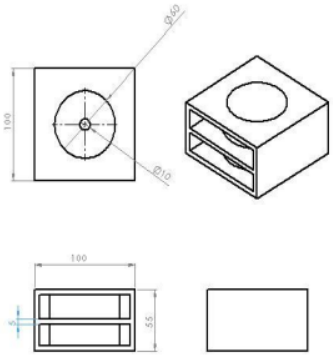
Penelitian yang akan dilakukan adalah peleburan material yaitu aluminium kemasan minuman kaleng bekas, lalu akan ditambahkan penguat (*reinforced*) dengan metode *stir-squeeze casting*, pembuatan specimen dan pengujian sifat fisik dan sifat mekanik. Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Persiapan Alat

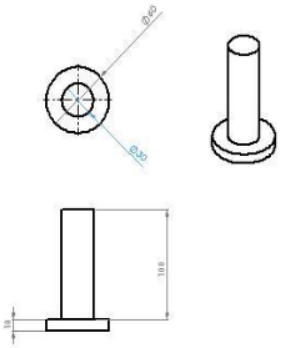
Peralatan yang digunakan pada penelitian adalah:

1. Dapur pembakaran (tungku).
2. Alat pembakar berupa kompor gas bertekanan tinggi.
3. Alat uji impact: *Charpy Impact Testing Machine*.
4. Alat uji kekerasan: *Brinell Hardness Testing Machine*.
5. Alat penyaring *Fly Ash*.
6. Alat pengujian densitas.
7. Alat melihat struktur mikro: *SEM (Scanning Electron Microscope)*.
8. Alat ukur: *Termokopel*, timbangan digital, *tachometer*, dan mistar ukur.
9. Alat bantu: Palu, amplas, ladel, kowi, tang penjepit, masker, sarung tangan, oven, *stirer* (pengaduk), dan dongkrak hidrolik.
10. Pembuatan cetakan logam dan piston untuk *squeeze casting*. Cetakan terbuat dari pipa dan plat besi, dimana hasil dari pengecoran cetakan tersebut dipotong agar menyesuaikan bentuk standar uji sifat fisik dan mekanik yang dilakukan dengan dimensi yang di tunjukkan pada gambar 4.
11. Piston yang digunakan untuk memberi tekanan kompaksi dengan dimensi yang ditunjukkan oleh gambar 5.

Contoh gambar teknik piston dan cetakan yang digunakan pada saat pemberian tekanan kompaksi ditunjukkan oleh Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 Dimensi Ukuran Cetakan



Gambar 5 Dimensi Ukuran Piston

Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada proses penelitian adalah:

1. Aluminium kemasan minuman kaleng bekas.
2. Serbuk *fly ash* (Abu Terbang).
3. Minyak tanah sebagai bahan bakar pengecoran.

Pesiapan Paduan

Pada penelitian ini fraksi volume komposisi penguat sebagai berikut:

1. Serbuk *Fly ash* (abu terbang)

Penenetuan jumlah dari komposisi bahan penguat yang digunakan dalam penelitian ini dpat kita ketahui dengan perhitungan fraksi berat dari spesimen jadi. Perhitungan fraksi ini bertujuan untuk mempermudah penentuan jumlah komposisi penguat dalam 1 kali pengecoran untuk setiap variasi pengecoran yang akan dilakukan

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan *Brinell* menggunakan penumbuk (*indentor/penetrator*) yang terbuat dari bola baja. Metode ini dilakukan dengan cara bahan diindentasi dengan indentor pada permukaan benda uji dengan beban tertentu kemudian diukur bekas

penekanan yang terbentuk. Angka kekerasan *Brinell* (HB) adalah fungsi dari kedua besarnya beban dan diameter lekukan yang dihasilkan.

Pengujian *Impak*

Beban *impak* (beban kejut) adalah beban yang diberikan secara cepat dan tiba-tiba. Kecepatan dan energi kinetik dari beban yang memukul (memberikan pukulan) diubah dan diteruskan ke beban yang menerima pukulan. Beban diberikan dengan kecepatan tinggi, dimana disebut juga sebagai pembebanan dinamis.

Pengujian *Densitas*

Densitas adalah merupakan perbandingan massa terhadap volume. *Densitas* aktual diuji menggunakan teori Archimedes, yaitu menimbang spesimen di udara dan dimasukan ke dalam *fluida*. Berat akan berkurang sebesar berat fluida yang dipindahkan [5].

Pengujian XRF

XRF merupakan alat yang digunakan untuk menganalisa komposisi unsur yang terkandung dalam suatu sampel dengan menggunakan metode *spektrometri*. XRF umumnya digunakan untuk menganalisa unsur dalam mineral atau batuan. Analisis unsur dilakukan baik secara kualitatif maupun kuantitatif yaitu menganalisis jenis unsur dan menentukan konsentrasi unsur dalam bahan.

Pengujian XRD

X-Ray Diffraction (XRD) Merupakan metode karakterisasi yang dapat memberikan informasi tentang susunan atom, molekul atau ion dalam bentuk padat/kristal. Analisis berdasarkan kepada pengukuran transmisi dan difraksi dari sinar X yang dilewatkan pada sampel padat.

Pengujian SEM

SEM merupakan salah satu tipe mikroskop elektron yang mampu menghasilkan resolusi tinggi dari gambaran suatu permukaan sampel. Oleh karena itu gambar yang dihasilkan oleh *SEM* mempunyai dua dimensi karena menggunakan elektron sebagai pengganti gelombang cahaya serta berguna untuk menetukan struktur permukaan sampel. Material yang di karakterisasi *SEM* yaitu berupa lapisan tipis yang memiliki ketebalan 20 µm dari permukaan. Gambar topografi permukaan berupa tonjolan, lekukan dan ketebalan lapisan tipis dari penampang melintangnya.

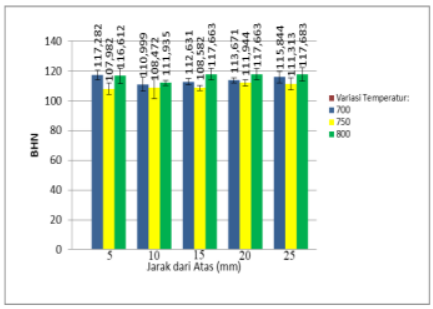
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kekerasan

Tabel 1 Penamaan Spesimen Hasil Pengecoran

No.	Nama	Komposisi	
		Aluminium	Fly Ash (%)
1	100Al	100	0
2	88Al12FA	88	12

Untuk mengetahui ketahanan benda uji terhadap deformasi plastis dan goresan adalah tujuan dari pengujian kekerasan yang berupa penekanan secara dinamik. Metode *Brinell* digunakan pada pengujian kekerasan dengan menggunakan indentor bola baja berdiameter 5mm, beban sebesar 500 kgf dengan waktu penekanan 30 detik. Penekanan dilakukan sebanyak 3 titik pada setiap jarak dari atas ditekannya spesimen masing-masing 5mm, 10mm, 15mm, 20mm, 25mm sehingga totalnya untuk setiap spesimen uji adalah 15 titik dan diambil nilai rata-rata kekerasan pada variasi jarak dari atas spesimen.

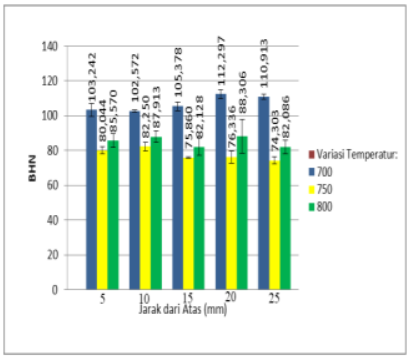


Gambar 6 Perbandingan Distribusi Kekerasan pada Spesimen 100Al

Untuk setiap titik penekanan masing–masing spesimen uji dilakukan dengan perhitungan yang sama sehingga didapat nilai kekerasan untuk setiap penekanan pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Gambar 6 pada setiap jarak 5, 10, 15, 20, 25 nilai kekeresan menurun lalu meningkat seiring kenaikan temperatur nilai kekerasan yg tertinggi didapat oleh temperatur 800°C dibawah (25mm), hal ini terjadi karena proses *solidifikasi* berjalan lebih cepat pada bagian atas yang kontak dengan punch dan bagian bawah yang kontak dengan cetakan [6], Pada pengecoran *squeeze*, peningkatan temperatur tuang tidak berpengaruh secara signifikan terhadap struktur mikro dan kekerasan [7].

Nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada 100AL dengan temperatur tuang 800°C pada jarak 25 mm dari atas sebesar 117.683 BHN. Sedangkan nilai kekerasan terendah didapatkan pada 100Al dengan temperatur tuang 750°C pada jarak 5 mm dari atas sebesar 107.982 BHN.



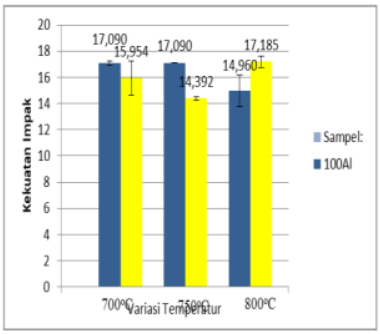
Gambar 7. Perbandingan Distribusi Kekerasan pada 88Al12FA

Gambar 7 menunjukan nilai kekerasan temperatur 700ºC memiliki nilai kekerasan tertinggi dari semua temperatur diatas cenderung lebih keras karena semakin tinggi temperatur maka nilai kekerasannya menurun ini sejalan dengan penelitian [8]. Pada penelitian ini didapat nilai kekerasan tertinggi 88Al12FA dari temperatur 700ºC, 750ºC, 800ºC adalah 700ºC dengan nilai kekerasan 112.297 BHN.

Sejalan dengan penelitian [9] dengan produk komposit Al-Si dengan menggunakan temperatur tuang 670ºC, 720ºC, 770ºC mendapatkan nilai kekersan di temperatur paling tinggi yaitu 670ºC sebesar 42 BHN, hasil kekerasan brinnel hasil coran dengan berbagai variasi temperatur tuang mengalami *fluktuasi*, tetapi secara umum seiring dengan meningkatnya temperatur tuang maka nilai kekerasannya mengalami penurunan. Kondisi ini jika dikaitkan dengan struktur mikro, maka struktur mikro dengan ukuran yang besar memberikan nilai kekerasan yang tinggi, sedangkan struktur mikro dengan ukuran yang kecil memberikan hasil kekerasan yang rendah. Pada penelitian 88Al12FA dan Al-Si pada umumnya menunjukkan bahwa kenaikan ukuran butiran (Al) tidak tergantung pada penguat sehingga kekerasannya menurun jadi ini merupakan indikasi bahwa kekerasan hasil coran mengalami penurunan seiring dengan peningkatan temperatur tuang yang dilakukan saat pengecoran.

Pengujian Impak

Metode pengujian impak dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan suatu material dalam menyerap beban secara tiba-tiba. Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah metode *charpy*, dimana digunakan sudut angkat palu (α) sebesar 90°. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keuletan atau kegetasan material dari hasil coran aluminium murni dan aluminium dengan bahan campuran. Alat yang digunakan adalah *Charpy Impact Testing Machine*. Pada pengujian ini dilakukan dengan masing-masing 3 spesimen dengan 2 variasi komposisi yang memiliki variasi temperatur 700°C, 750°C, 800°C sehingga totalnya sebanyak 9 spesimen.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Energi Impak Rata-rata Spesimen Uji

Gambar 8 bahwa nilai kekuatan impak tertinggi didapatkan pada temperatur 700ºC dan 800ºC dengan komposisi 100Al dan 88Al12FA yaitu 17,090 J dan 17.185 J, variasi temperatur tuang pada saat pengecoran berpengaruh terhadap nilai ketangguhan impak dan struktur mikro hasil coran.

Pada komposisi 88Al12FA semakin tinggi temperatur tuang maka nilai ketangguhan impaknya juga semakin meningkat. Berbanding terbalik dengan komposisi 100Al, hal ini menunjukkan bahwa penambahan *Fly ash* dan temperatur tuang yang tinggi bisa meningkatkan kekuatan impak pada spesimen, sejalan dengan penilitian [10] dengan menggunakan metode *stir casting* dengan variasi temperatur tuang 660°C, 700°C dan 740°C menunjukkan bahwa pada temperatur tuang 660°C energi serap yang dihasilkan paling rendah yaitu sebesar 1,93 Joule dengan harga impak 0,022 Joule/mm² karena laju pendinginannya paling cepat sehingga bahan menjadi getas. Pada temperatur tuang 740°C energi serap yang dihasilkan paling tinggi yaitu 2,34 Joule dengan harga *impak* 0,034 Joule/mm² karena laju pendinginannya paling lambat sehingga bahan menjadi ulet. Hasil ini menunjukkan bahwa dari tiga variasi temperatur tuang yang dilakukan adalah semakin tinggi temperatur tuang pada saat pengecoran maka ketangguhan hasil coran akan semakin meningkat.

Pengujian Komposisi Kimia (XRF)

Tabel 2. Hasil Pengujian Komposisi Kimia untuk 100Al

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil Pengujian
1.	Aluminium (Al)	%	88.59
2.	Mangan (Mn)	%	0.821
3.	Besi (Fe)	%	1.54
4.	Tembaga (Cu)	%	5.66
5.	Seng (Zn)	%	2.89
6.	Timbal (Pb)	%	0.309

Tabel 2 merupakan data hasil pengujian komposisi kimia pada 100Al dengan temperatur tuang 750°C

dan tekanan 8 MPa dapat dilihat jenis paduan aluminium hasil coran terbentuk adalah paduan Al-Mn dengan komposisi Al 88.59.% dan Mn sebanyak 0.821 %.

Tabel 3. Hasil Pengujian Komposisi Kimia untuk 88Al12FA

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil Pengujian
1.	Aluminium (Al)	%	88.97
2.	Mangan (Mn)	%	0.791
3.	Besi (Fe)	%	1.28
4.	Tembaga (Cu)	%	4.99
5.	Seng (Zn)	%	3.44
6.	Timbal (Pb)	%	0.317

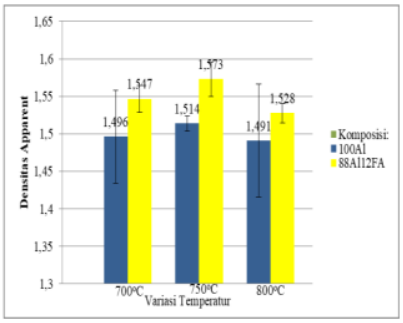
Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat unsur Al sebanyak 88.59.% dan Mn sebanyak 0.821 % pada 88Al12FA dengan temperatur tuang 750°C dan tekanan 8 MPa, dapat dilihat jenis paduan aluminium hasil coran terbentuk adalah paduan Al-Mn, yaitu aluminium seri 3xx. Pada hasil dari komposisi kimia tersebut didapatkan faktor pengotor saat proses pengecoran yang mengakibatkan timbulnya komposisi kimia yang lain.

Faktor pengotor yang terjadi pada saat proses pengecororan yang menimbulkan komposisi kimia yang lain misalnya pengecoran yang berulang kali dengan menggunakan kowi yang sama dan alat pengaduk pada

Saat pengecoran, selain itu bisa juga disebabkan oleh kotoran dari aluminium kaleng bekas yang tidak dibersihkan terlebih dahulu.

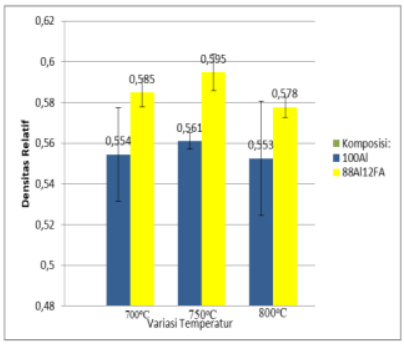
Pengujian Densitas

Pengujian densitas ini bertujuan untuk mengetahui massa jenis dari hasil spesimen uji yang dapat di definisikan massa per satuan volume. Dari hasil pengujian densitas, densitas aluminium komposit memiliki nilai rata-rata yang berbeda-beda dalam setiap variasi komposisinya. Hal ini menunjukan bahwa penyebaran partikel penguat yang digunakan tidak tercampur dengan merata pada material komposit. Aluminium dan *fly ash* sendiri sulit untuk saling berikatan maka cara *stir casting* adalah cara yang tepat untuk membuat aluminium komposit ini sangat diperlukan agar penguat dapat berikatan dengan matriksnya.



Gambar 9. Perbandingan Rata – rata Densitas 100Al dan 88Al12FA

Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai densitas rata-rata dari yang tertinggi ke rendah didapatkan pada 100 Al masing-masing sebesar 1.514 gr/cm3 pada temperatur 750°C dan 1.491 gr/cm3 pada temperatur 800°C. Sedangkan nilai densitas yang didapatkan pada 88Al12FA masing-masing sebesar 1.573 gr/cm3 pada temperatur 750°C dan 1.528 gr/cm3 pada temperatur 800°C. Ini menujukkan bahwa pada 100Al dan 88Al12FA temperatur 700°C, 750°C, 800°C menurun lalu meningkat hal itu terjadi karena adanya *Fly Ash* sebagai partikel penguat sehingga densitasnya lebih tinggi sejalan dengan penelitian [11] menggunakan penguat SiC dengan metode *stir casting*, mengatakan jika dibandingkan dengan Al murni hasil pengecoran limbah, maka densitas Al-SiC untuk semua variasi putaran lebih tinggi. Hal ini sangat realistis karena adanya SiC sebagai partikel penguat sehingga densitasnya lebih tinggi.



Gambar 10. Perbandingan Rata-rata Densitas Relatif

Pada Gambar 10 menunjukkan bahwa densitas relatif 100Al dan 88Al12FA pada temperatur 700°C nilai rata-rata densitas nya mengalami penurunan lalu meningkat yaitu masing-masing dari 0.554%, ke 0.585%. Sedangkan pada temperatur 800°C, nilai rata-rata densitas relatif mengalami hal yang sama yaitu masing-masing dari 0.553% ke 0.578%, pada temperatur 750°C dimana densitas relatif 100Al dan 88Al12FA lebih tinggi dari pada kedua temperatur sebelumnya yaitu masing-masing dari 0.561% ke 0.595% dengan ini terbukti bahwa temperatur 750°C

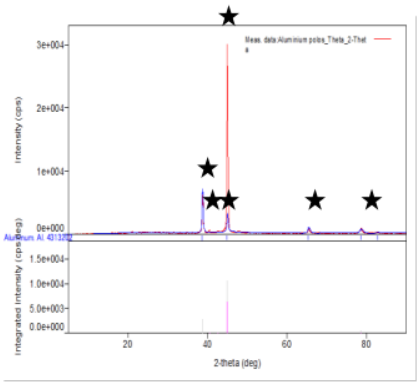
lebih efektif untuk meningkatkan nilai densitas sampel dari nilai densitas teoritisnya.

Hasil Pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD)

X-Ray Diffraction (XRD) adalah salah satu pengujian tanpa merusak (*non-destructive test*) yang dilakukan untuk mengetahui fasa yang terjadi pada suatu permukaan material, penyimpangan fasa yang terbentuk, dan mengetahui karakteristik dari suatu material. Dalam pengujian ini dilakukan terhadap material komposit antara aluminium sebagai matriks dan *fly ash* sebagai *reinforcement*.

Tabel 4. Penamaan Sampel Pengujian XRD

No	Nama	Kode Sampel	Komposisi		Temperatur tuang (°C)	Tekana (Mpa)
			Aluminium	Fly Ash		
1	100Al	750/8	100	0	750	8
2	88Al12FA	FA750/8	88	12	750	8



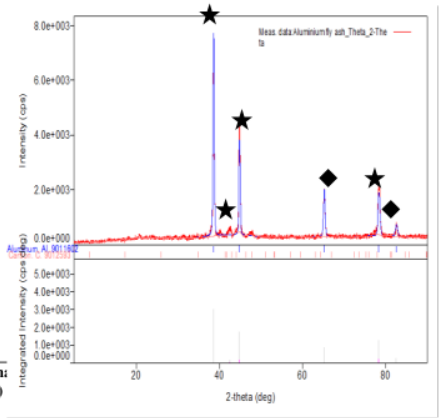
Gambar 11. Pola Spektrum XRD Sampel 750/8

Berdasarkan Gambar 11 bentuk pola spektrum yang terbentuk dengan hasil pengujian XRD pada 100Al terlihat bahwa masing-masing peak dimiliki oleh fasa aluminium dengan intensitas masing-masing sebesar 1865, 70, 62, 7033, dan 334.

Tabel 5. Data Peak List Sampel 750/8

No.	2-theta(deg)	Int. I(cps deg)	Jenis Fasa
1	38.789	1865	Aluminium
2	40.483	70	Aluminium
3	42.65	62	Aluminium
4	44.958	7033	Aluminium
5	78.62	334	Aluminium

Berdasarkan pada Tabel 5, 100Al memiliki 5 peak list 100Al dengan 2-theta sebesar 38.789, 40.483, 42.65, 44.958, 78.62.



Gambar 12. Pola Spektrum XRD Sampel FA750/8

Berdasarkan Gambar 12 dan Tabel 6 terdapat perbandingan bentuk pola spektrum yang terjadi. Pada hasil pengujian XRD sampel FA750/8 terdapat 4 peak list aluminium dengan 2-theta yaitu sebesar 38.558, 42.40, 44.766, 78.309 dengan intensitas masing-masing 2024, 96, 1171, 848 dan 2 peak list *Fly Ash* dengan 2-theta masing-masing sebesar 65.189, 82.512 dan intensitasnya masing-masing 574, dan 168.

Tabel 6. Data Peak List Sampel FA750/8

No	2-theta(deg)	Int. I(cps deg)	Jenis Fasa
1	38.558(7)	2024(20)	Aluminium
2	42.40(8)	96(13)	Aluminium
3	44.766(10)	1171(15)	Aluminium
4	65.189(15)	574(10)	Fasa lain
5	78.309(17)	848(14)	Aluminium
6	82.512(7)	168(5)	Fasa lain

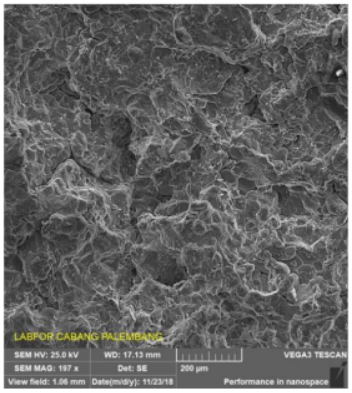
Hasil Pengujian *Scanning Electron Mikroscope* (SEM)

Pengujian SEM *(Scanning Electron Microscope)* dilakukan di Laboratorium Forensik Polda Sumatra Selatan. Pengujian SEM dari hasil coran aluminium komposit dengan penambahan serbuk *fly ash* ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik struktur mikro dan mengetahui jenis perpatahan hasil uji impak dengan melakukan perbesaran dari 100x dan 1000x. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan alat SEM TESCAN VEGA3-EDS.

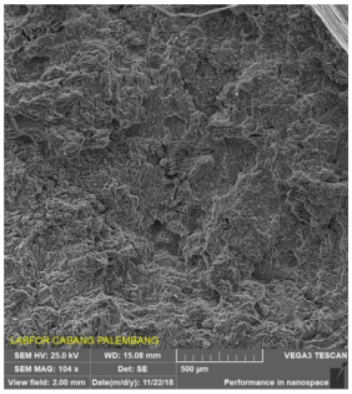
Tabel 7. Penamaan Sampel SEM

No	Nama	Kode Sampel	Komposisi		Temperatur Tuang (C)	Tekanan (MPa)
			Aluminium	Fly Ash		
1	100Al	800/10	100	0	800	10
2	88Al12FA	FA700/10	88	12	700	10
3		FA800/10	88	12	800	10

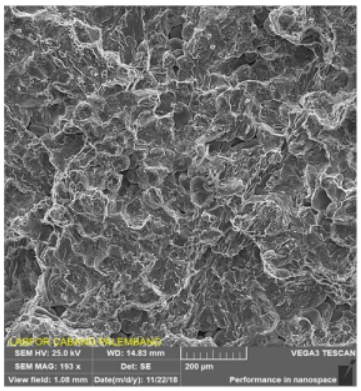
Pengujian dilakukan dengan menggunakan sampel 100Al dan 88Al12FA yang telah diuji *impak*.



Gambar 13. Sampel 800/10 Perbesaran 197x



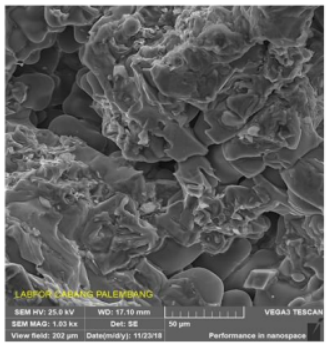
Gambar 14. Sampel FA700/10 Perbesaran 104x



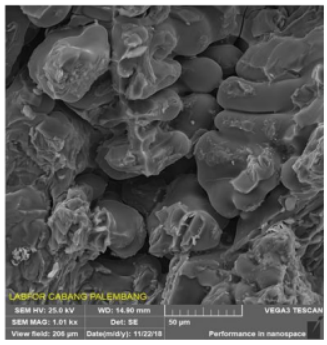
Gambar 15. Sampel FA800/10 Perbesaran 198x

Pada Gambar 13 merupakan hasil sem dari patahan pengujian impak 100Al dengan temperatur 800°C pada tekanan 10 MPa, gambar 16 merupakan hasil sem dari patahan pengujian impak ,88Al12FA dengan temperatur 700°C pada tekanan 10 MPa, Gambar 15 merupakan hasil sem dari patahan pengujian impak 88Al12FA dengan temperatur 800°C pada tekanan 10 MPa.

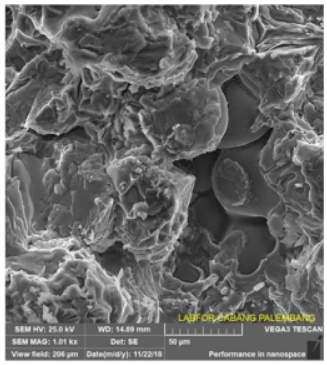
Dari gambar tersebut merupakan hasil uji sem perbesaran 100x terlihat pada umumnya yang terjadi adalah patahan ulet karena ditandai dengan adanya penyerapan energi disertai adanya deformasi plastis yang cukup besar di sekitar patahan, sehingga permukaan patahan nampak kasar, berserabut (*fibrous*), dan berwarna kelabu. Bisa juga terjadi karena adanya material yang tertarik dan tertinggal pada hasil uji sem. Selanjutnya adalah untuk melihat adanya fenomena lain dengan perbesaran 1000x dilihat pada gambar 16, 17 dan 18.



Gambar 16. Sampel 800/10 Perbesaran 1.03kx



Gambar 17. Sampel FA700/10 Perbesaran 1.01kx



Gambar 18. Sampel FA800/10 Perbesaran 1.01kx

Terlihat dari ketiga gambar tersebut adalah adanya dimple *fracture* atau yg di sebut dengan retak ulet di sepanjang jalur *fracture* nya ciri-ciri dimple *fracture* itu adanya lubang kecil yang dikenal sebagai

microvoid atau *void* yang terlihat pada ketiga gambar tersebut, *microvoid* atau *void* itu disebabkan oleh kegagalan retak atau *interfacial* partikel antara partikel endapan dan matriks.

Dimple merupakan penampakan khas patah ulet yang akan terlihat bila menggunkan SEM, arah dan bentuk dimple ini dapat menunjukan arah/jenis teganan yang membentuknya, dimple ini dicirikan dengan adanya cekungan-cekungan yang berbentuk sama sumbu, parabola, atau seperti elips, yang mana tergantung pada keadaan tekanan beban.

Secara umum yang terlihat pada gambar tersebut merupakan perpatahan Transgranular yaitu perpatahan yang terjadi akibat retakan yang merambat didalam butiran material, hal ini terlihat adanya material sisa (*debris*) yang tertarik atau tertinggal pada butir aluminium. Transgranular terjadi akibat adanya *deformasi* plastis yang besar, *deformasi plastis* ini menurunkan sifat elastis bahan, efek *deformasi plastis* ini membuat perubahan butiran struktur menjadi lebih besar.

4 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian aluminium komposit yang dilebur dengan metode *stir-squezze casting* dengan aluminium sebagai matriks dengan penambahan unsur penguat *fly ash* maka dapat ditarik kesimpulannya sebagai berikut:

1. Fabrikasi aluminium kaleng bekas dengan menggunakan metode *stir-squeeze casting* berhasil dilakukan dan dapat dilakukannya karakterisasi sifat fisik, mekanik dan kimia dari aluminium.
2. Penambahan *fly ash* dapat meningkatkan energi impaknya, dan nilai densitasnya meningkat namun nilai kekersannya menurun karena penambahan penguat berpengaruh terhadap sifat fisik, mekanik, dan kimia dari hasil coran aluminium.
3. Pengaruh temperatur tuang dapat meningkatkan energi impaknya Semakin tinggi temperatur tuang maka nilai ketangguhan impaknya juga semakin meningkat namun nilai kekerasannya menurun dan nilai densitas juga menurun namun di temperatur tuang 750°C yang berhasil menaikan nilai densitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Sundari, E. 2011. Rancang bangun dapur peleburan alumunium bahan bakar gas. AUSTENIT, 3

[2] Haryadi, G. D. 2006. Pengaruh penambahan fly ash melalui proses separasi iron oxide. ROTASI, Volume 8 Nomor 4.

[3] Sugiyanto, S. 2007. Pengaruh penambahan fly ash melalui proses separasi iron oxide dan coal terhadap kekerasan aluminium fly ash matrix composite. ROTASI, 9, 15-18.

[4] Zamheri, A. 2011. Pengaruh waktu stirring, fraksi volume dan ukuran besar butir partikel sic terhadap kekerasan mmc al 6061–sic dengan sistem stirrcasting. AUSTENIT, 3.

[5] Nurzal dan Siswanto, O. 2012. Pengaruh proses wet pressing dan suhu sinter terhadap densitas dan kekerasan vickers pada manufactur keramik lantai. Jurnal Teknik Mesin, Vol.1 No.2, 3.

[6] Yang, L. 2007. The effect of solidification time in squeeze casting of aluminium and zinc alloys. Journal of materials processing technology, 192, 114-120

[7] Purwanto, H. dan Iswanto, P. T. 2011. Pengaruh temperatur cetakan pada pengecoran squeeze terhadap sifat fisis dan mekanis alminium daur ulang (al–6, 4% si–1, 93% fe). Prosiding SNST Fakultas Teknik, 1.

[8] Aspiyansyah, A. 2010. Effect of squeeze casting parameter process (melt temperature, die temperature and al-3, 22% si) on microstructure, hardness and tensile strength in thin wall casting. SUARA TEKNIK: JURNAL ILMIAH, 1

[9] Wijoyo, W., Hidayanto, B., Wardoyo, A. dan Darojad, M. W. 2018. Pengaruh variasi temperatur tuang pada pengecoran daur ulang al-si terhadap struktur mikro dan kekerasan dengan pola lost foam. FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta, 1.

[10] Wijaya, M. T. 2017. Pengaruh variasi temperatur tuang terhadap ketangguhan impak dan struktur mikro pada pengecoran aluminium. Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer, 8, 219-224.

[11] Bayuseno, A. dan Nugroho, S. 2011. Pengaruh variasi kecepatan putar dalam metode stir casting terhadap densitas dan porositas al-sic untuk aplikasi blok rem kereta api. Momentum, 7

Fabrikasi dan Karakterisasi Produk Stir-Squeeze Casting Composit Daur Ulang Aluminium dengan Variasi Temperatur

ORIGINALITY REPORT

18%
SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	lib.unnes.ac.id Internet	48 words — 1%
2	repository.ub.ac.id Internet	47 words — 1%
3	publikasiilmiah.unwahas.ac.id Internet	46 words — 1%
4	www.neliti.com Internet	46 words — 1%
5	dspace.uii.ac.id Internet	42 words — 1%
6	repository.unej.ac.id Internet	41 words — 1%
7	digilib.unila.ac.id Internet	40 words — 1%
8	eprints.umm.ac.id Internet	40 words — 1%
9	www.scribd.com Internet	40 words — 1%

10	jurnal.fkip.uns.ac.id Internet	39 words — 1%
11	repositori.uin-alauddin.ac.id Internet	37 words — 1%
12	jurnal.polines.ac.id Internet	34 words — 1%
13	repository.its.ac.id Internet	34 words — 1%
14	research-report.umm.ac.id Internet	31 words — 1%
15	repository.untag-sby.ac.id Internet	27 words — 1%
16	www.researchgate.net Internet	27 words — 1%
17	ejournal.itp.ac.id Internet	25 words — 1%
18	repository.usu.ac.id Internet	25 words — 1%
19	www.unwahas.ac.id Internet	23 words — 1%
20	media.neliti.com Internet	22 words — 1%

EXCLUDE QUOTES	OFF	EXCLUDE SOURCES	< 1%
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY	ON	EXCLUDE MATCHES	OFF