

**SKRIPSI**  
***STIR-SQUEEZE CASTING KOMPOSIT DAUR  
ULANG ALUMINIUM BERPENGUAT FLY ASH  
DENGAN VARIASI TEKANAN***



**Oleh:**  
**ANANDA WAHYU AJI**  
**03051281419100**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2018**



**SKRIPSI**  
***STIR-SQUEEZE CASTING KOMPOSIT DAUR ULANG***  
***ALUMINIUM BERPENGUAT FLY ASH DENGAN VARIASI***  
***TEKANAN***



**Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**OLEH:**  
**Ananda Wahyu Aji**  
**03051281419100**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2018**



## HALAMAN PENGESAHAN

### **STIR-SQUEEZE CASTING KOMPOSIT DAUR ULANG ALUMINIUM BERPENGUAT FLY ASH DENGAN VARIASI TEKANAN**

### SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

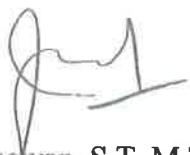
**Ananda Wahyu Aji  
03051281419100**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 197112251997021001

Palembang, Desember 2018  
Dosen Pembimbing,

  
Gunawan, S.T, M.T, Ph.D  
NIP.197705072001121001



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :

**SKRIPSI**

**Nama** : Ananda Wahyu Aji  
**NIM** : 03051281419100  
**Jurusan** : Teknik Mesin  
**Bidang Studi** : Material  
**Judul Skripsi** : *Stir-Squeeze Casting Komposit Daur Ulang Aluminium Berpenguat Fly Ash dengan Variasi Tekanan*  
**Dibuat Tanggal** : April 2018  
**Selesai Tanggal** : Desember 2018



Pa'lembang, Januari 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing,

**Gunawan, S.T., M.T., Ph.D**  
**NIP. 197705072001121001**



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “*STIR-SQUEEZE CASTING KOMPOSIT DAUR ULANG ALUMINUM BERPENGUAT FLY ASH DENGAN VARIASI TEKANAN*” telah dipertahankan di hadapan Tim Pengaji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Desember 2018.

Palembang, Januari 2019.

Tim Pengaji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197909272003121004



Anggota:

1. Muhammad Yanis, S.T., M.T.  
NIP. 197002281994121001
2. Ir. Helmy Alian, M.T.  
NIP. 195910151987031006



Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin  
  
Irsyadah Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197112251997021001

Dosen Pembimbing,



Gunawan, S.T., M.T., Ph.D  
NIP. 19770572001121001



## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ananda Wahyu Aji

NIM : 03051281419100

Judul : *Stir-Squeeze Casting Komposit Daur Ulang Aluminium Berpenguat Fly Ash dengan Variasi Tekanan*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Januari 2019

Penulis

Ananda Wahyu Aji

NIM. 03051281419100



## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul “*STIR-SQUEEZE CASTING KOMPOSIT DAUR ULANG ALUMINIUM BERPENGUAT FLY ASH DENGAN VARIASI TEKANAN*”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendiri, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang, secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena rahmat, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya, sehingga dapat diselesaiannya skripsi ini.
2. Bapak Achmad Thamrin dan Ibu Tarlis Buana sebagai orang tua saya dan Novrina Maulita, Debby Silvia C., dan Sukma Rahmat sebagai saudara-saudari saya yang telah memberikan dukungan, doa, dan semangat dari awal sampai akhir kuliah sehingga semuanya berjalan lancar..
3. Bapak Gunawan, S.T, M.T, Ph.D selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Amir Arifin, ST, M.Eng, Ph.D, selaku sekretariat Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Muhammad Yanis, S.T., M.T., dan Bapak Ir. Helmy Alian, M.T. selaku dosen penguji skripsi.
7. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan staf pengajar yang telah membekali saya dengan ilmu yang berguna sebelum menyusun skripsi ini.

8. Kak Mirsyah Rahmawan yang banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Tim skripsi seperjuangan *Group AMC Research* Ricky Ramadhan B., M. Ewin Kurniawan, dan M. Yusuf Zukarna yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi.
10. Teman-teman grup LMAO dan *BR SQUAD* Fakhri Luthfi M., M. Randy Alfarisi, Muhammad, dan M. Irfan yang selalu menyemangati saya serta mengingatkan untuk segera menyelesaikan skripsi.
11. İnayet Furuncu perempuan yang selalu memberikan semangat dan doa serta mengingatkan untuk segera menyelesaikan skripsi.
12. Kak Yadi, Pak Kandar, Kak Yatno, Kak Syailul, Kak Yahya, Pak Arie, dan Uni Ani yang telah banyak membantu dalam proses pengujian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, Desember 2018  
Penulis

Ananda Wahyu Aji  
NIM.03051281419100

## RINGKASAN

**STIR-SQUEEZE CASTING KOMPOSIT DAUR ULANG ALUMINIUM  
BERPENGUAT FLY ASH DENGAN VARIASI TEKANAN**  
Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Desember 2018

Ananda Wahyu Aji : dibimbing oleh Gunawan, S.T, M.T, Ph.D.

**THE EFFECTS OF STIR-SQUEEZE CASTING PRESSURE ON FLY-ASH-  
REINFORCED RECYCLED ALUMINIUM COMPOSITES**

xxiii + 83 halaman, 19 tabel, 28 gambar, 3 lampiran

## RINGKASAN

Bahan aluminium yang dibuat menjadi kemasan minuman kaleng akan menjadi limbah apabila kemasan minuman kaleng bekas tersebut tidak terpakai atau tidak didaur ulang untuk menjadi sesuatu yang bermanfaat, ini merupakan salah satu contoh banyaknya penggunaan aluminium. Kemasan minuman kaleng berbahan aluminium bisa dimanfaatkan kembali dengan melakukan pengecoran kembali dan dapat menambah nilai ekonomis dari limbah kemasan minuman kaleng bekas. Dengan melakukan pengecoran kembali material yang baru didapatkan, material baru yang dihasilkan dari pengecoran ulang kemasan minuman kaleng bekas tersebut akan lebih menguntungkan dibandingkan dengan material primer. Metode *stir-squeeze casting* dipilih untuk mencor ulang aluminium kaleng minuman bekas serta memfabrikasi *Aluminium Matrix Composites (AMC)* dengan fraksi berat *fly ash* sebesar 12% dimana nantinya hasil pengujian dari kedua sampel tersebut dibandingkan. *Stir-squeeze casting* dilakukan dengan parameter temperatur tuang 750°C, waktu pengadukan 3 menit pada kecepatan 350 rpm, dan variasi tekanan kompaksi sebesar 6 MPa, 8 MPa, dan 10 MPa. *AMC* adalah salah satu jenis material komposit bermatriks logam dimana matriksnya adalah aluminium dan *fly ash* sebagai penguat (*reinforcement*). Prospek pengembangan yang cukup menjanjikan dimiliki oleh *AMC*, didasari oleh sifat-sifat mekaniknya yang baik, seperti kekerasan dan kekuatan yang tinggi, dan bahan dasar yang mudah didapatkan. Pengujian kekerasan *Brinell*, kekuatan impak, densitas, *X-Ray powder Diffraction (XRD)*, *X-Ray Fluorescence (XRF)*, dan *Scanning Electron Microscope (SEM)* dilakukan pada hasil cor ulang kaleng bekas dan komposit, secara berturut-turut nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada bagian bawah dan atas komposit hal ini disebabkan oleh cepatnya laju pendinginan hasil coran pada bagian atas yang kontak dengan *punch* dan bagian bawah yang kontak dengan bagian dasar cetakan karena adanya perbedaan antara temperatur coran, *punch*, dan cetakan. Nilai kekuatan impak tertinggi didapatkan pada tekanan 8 MPa sebesar 17.421 Joule untuk hasil cor ulang kaleng bekas dan 16.901 Joule untuk komposit, penurunan nilai kekuatan impak terjadi karena tidak adanya parameter

pemilihan sampel karena nilai kekuatan impak bagian atas lebih besar daripada yang bagian bawah. Nilai densitas *apparent* dan densitas relatif tertinggi didapatkan pada tekanan 8 MPa sebesar  $1.542 \text{ gr/cm}^3$  dan 0.571% untuk hasil cor ulang kaleng bekas dan sebesar  $1.573 \text{ gr/cm}^3$  dan 0.595% pada tekanan 10 MPa untuk komposit. Pada hasil pengujian *XRF* ditemukan faktor pengotor. Dan pada hasil pengujian *Scanning Electron Microscope (SEM)* yang menggunakan sampel pengujian impak ditemukan bahwa butir aluminium pada tekanan 10 MPa lebih rapat dibandingkan dengan tekanan 6 MPa, serta diketahui bahwa patahan ulet dan transgranular terjadi.

**Kata Kunci** : , AMC, *Stir*, *Squeeze*, *Casting*, *Fly Ash*, Kekerasan, Impak, Aluminium, Densitas, SEM  
Kepustakaan : 37 (1997-2018)

## SUMMARY

**THE EFFECTS OF STIR-SQUEEZE CASTING PRESSURE ON FLY-ASH-REINFORCED RECYCLED ALUMINIUM COMPOSITES**  
Scientific Paper in the form of Skripsi, December 2018

Ananda Wahyu Aji; supervised by Gunawan, S.T, M.T, Ph.D

**STIR-SQUEEZE CASTING KOMPOSIT DAUR ULANG ALUMINIUM BERPENGUAT FLY ASH DENGAN VARIASI TEKANAN**

xxiii + 83 pages, 19 tables, 28 pictures, 3 attachements

### SUMMARY

*Aluminium material which was made for beverage cans will be a waste if the used beverage cans are just thrown and not recycled to be something more useful, this is an example of how much aluminium usage is. Recycling the used aluminium beverage cans into something more useful has some benefits such as increasing the economic value of the used beverage cans. A new material can be obtained by recycling the used beverage cans and it will have more benefits than the primary material Stir-squeeze casting method was chosen to re-cast the used beverage cans and to fabricate Aluminium Matrix Composites (AMC) with 12wt% of fly ash where both materials properties would be compared by the testing results. Stir-squeeze casting was applied at 750°C of casting temperature, 3 minutes of stirring time at 350 rpm, and different pressure levels (6 MPa, 8 MPa, and 10 MPa). AMC is a type of metal matrix composite material with aluminum as its matrix and fly Ash as its reinforcement. AMC has a promising development prospect, based on its good mechanical properties, such as hardness and high strength, and easy-to-find basic material. Mechanical, chemical, physical properties of re-casted used beverage cans and composites were investigated in this research such as Brinell Hardness, impact, density, X-Ray powder Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscope (SEM). The results respectively showed that the highest hardness value was obtained at the bottom and the top of samples due to the difference of temperature. Thus the cooling rate at the top parts of samples which had contact with the punch and the bottom parts which had contact with the bottom of the mould were higher. The highest impact strength was 17.421 Joule at 8 MPa for re-casted beverage cans and 16.901 Joule at 10 MPa for composites, impact strength values decreased due to the lack of samples selection as the impact strength at the top part of materials are higher than the one at the bottom part. The highest apparent density and relative density was 1.542gr/cm<sup>3</sup> and 0.571% at 8 MPa for re-casted beverage cans and 1,573 gr/cm<sup>3</sup> and 0.595% at 10 MPa for composites. Impurity factors were found at XRF results. And destructed impact*

*testing sample's fracture surface was observed under SEM, the results showed that aluminium grains at 10 MPa were tighter than those at 6 MPa, ductile fracture and transgranular fracture were known to occur as well.*

**Keywords** :AMC,*Stir, Squeeze, Casting, Fly Ash, hardness, impact, density, xrd, xrf, SEM*

Citations : 37 (1997-2018)

## **DAFTAR ISI**

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	iii
Halaman Agenda .....	v
Halaman Persetujuan .....	vii
Halaman Pernyataan Integritas .....	ix
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi .....	xi
Kata Pengantar .....	xiii
Ringkasan .....	xv
Summary .....	xvii
Daftar Isi .....	xix
Daftar Gambar .....	xxiii
Daftar Tabel .....	xxv
Daftar Lampiran .....	xxvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	3
1.4    Tujuan Penelitian .....	3
1.5    Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1    Pengecoran ( <i>Casting</i> ) .....	5
2.1.1    Klasifikasi Metode Pengecoran .....	5
2.1.2    Keuntungan dan Kerugian Proses Pengecoran ( <i>Casting</i> ).....	9
2.2    Proses <i>Stir Casting</i> .....	10
2.3    Proses <i>Squeeze Casting</i> .....	11
2.3.1    Klasifikasi <i>Squeeze Casting</i> .....	12
2.4    Aluminium .....	15
2.4.1    Macam – Macam Aluminium Paduan .....	16
2.4.2    Aluminium Kaleng Minuman Ringan .....	20

2.5	Komposit .....	21
2.5.1	Komposit Matriks Aluminium .....	23
2.6	<i>Fly Ash</i> .....	24
2.6.1	Karakteristik <i>Fly Ash</i> .....	24
2.7	Pengembangan Komposit Aluminium- <i>Fly Ash</i> .....	25
2.8	Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Hasil Pengecoran .....	29
2.8.1	Pemeriksaan Struktur Mikro.....	30
2.8.2	Uji Komposisi Kimia.....	31
2.8.3	Pengujian Densitas .....	31
2.8.4	Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> .....	31
2.8.5	Pengujian Impak .....	32

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian .....	33
3.2	Tahapan Persiapan Penelitian.....	34
3.2.1	Persiapan Alat.....	34
3.2.2	Persiapan Bahan .....	36
3.2.3	Persiapan Paduan.....	36
3.3	Persiapan Peleburan .....	36
3.4	Persiapan Proses <i>Stir-Squeeze Casting</i> .....	37
3.5	Proses Pencetakan .....	39
3.6	Pengujian Sifat Fisik dan Sifat Mekanik.....	39
3.6.1	Pengujian Kekerasan .....	39
3.6.2	Pengujian Impak .....	41
3.6.3	Pengujian Densitas .....	42
3.6.4	Pengujian Komposisi Kimia.....	42
3.6.5	Pengujian Struktur Mikro ( <i>SEM</i> ).....	43
3.7	Rancangan Penelitian .....	43

### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengujian Kekerasan .....	45
4.2	Hasil Pengujian Impak .....	52
4.3	Pengujian Komposisi Kimia.....	56
4.4	Hasil Pengujian Densitas.....	57

4.5	Hasil Pengujian <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	63
4.6	Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Mikroscope (SEM)</i> .....	66
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	73
5.2	Saran.....	73
<b>DAFTAR RUJUKAN</b> .....		75
<b>LAMPIRAN</b> .....		79



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme <i>Slush Casting</i> .....	6
Gambar 2.2 Mekanisme <i>Low-Pressure Casting</i> .....	7
Gambar 2.3 Mekanisme <i>Stir Casting</i> (Sijo dan Jayadevan, 2016).....	10
Gambar 2.4 Mekanisme <i>Direct Squeeze Casting</i> .....	12
Gambar 2.5 Mekanisme <i>Indirect Squeeze Casting</i> .....	14
Gambar 2.6 Diagram Fasa Al-Mn (Totten dan Mackenzie, 2003.). .....	17
Gambar 2.7 Diagram Fasa Al-Mg (Totten dan Mackenzie, 2003.). .....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Dimensi Ukuran Cetakan .....	35
Gambar 3.3 Dimensi Ukuran Piston.....	35
Gambar 3.4 Rancangan Proses <i>Stir Casting</i> .....	38
Gambar 3.5 Rancangan Piston dan Cetakan untuk Proses <i>Squeeze Casting</i> ....	38
Gambar 3.6 Dimensi Uji Impak Berdasarkan JIS Z 2202 (JIS, 1980).....	46
Gambar 4.1 Spesimen Uji Kekerasan <i>Brinell</i> .....	46
Gambar 4.2 Perbandingan Distribusi Kekerasan pada Spesimen Al <i>raw material</i> .....	46
Gambar 4.3 Perbandingan Distribusi Kekerasan pada 88Al12FA.....	51
Gambar 4.4 Sampel Pengujian Impak .....	52
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Energi Impak Rata-rata Spesimen Uji ..	46
Gambar 4.6 Perbandingan Rerata Densitas Al <i>raw material</i> dan 88Al12FA ..	59
Gambar 4.7 Perbandingan Rata-rata Densitas Relatif.....	63
Gambar 4.8 Pola Spektrum XRD Sampel 750/8.....	64
Gambar 4.9 Pola Spektrum XRD Sampel FA750/8.....	65
Gambar 4.10 Sampel 800/10 Perbesaran 197x .....	67
Gambar 4.11 Sampel FA750/6 Perbesaran 176x .....	68
Gambar 4.12 Sampel FA750/10 Perbesaran 106x .....	68
Gambar 4.13 Sampel 800/10 Perbesaran 1.01kx .....	69
Gambar 4.14 Sampel FA750/6 Perbesaran 1.01kx .....	69
Gambar 4.15 Sampel FA750/10 Perbesaran 1.02kx .....	70



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Sifat-Sifat Fisik Aluminium (Surdia dan Saito, 1999) .....	15
Tabel 2.2 Sifat-Sifat Mekanik Aluminium (Surdia dan Saito, 1999) .....	15
Tabel 2.3 Daftar Seri Aluminium Paduan (ASM, 1990).....	16
Tabel 3.1 Variasi Parameter yang Akan Digunakan pada Pengecoran .....	43
Tabel 4.1 Penamaan Spesimen Hasil Pengecoran.....	45
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan Al <i>raw material</i> .....	47
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kekerasan 88Al12FA .....	50
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Impak Al <i>raw material</i> .....	54
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Impak 88Al12FA.....	54
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Komposisi Kimia Untuk Al <i>raw material</i> .....	56
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Komposisi Kimia Untuk 88Al12FA .....	56
Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian Densitas Al <i>raw material</i> .....	58
Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Densitas 88Al12FA .....	59
Tabel 4.10 Data Hasil Pengolahan Data Densitas Relatif Al <i>raw material</i> .....	61
Tabel 4.11 Data Hasil Pengolahan Data Densitas Relatif 88Al12FA .....	62
Tabel 4.12 Penamaan Sampel Pengujian XRD .....	64
Tabel 4.13 Data <i>Peak List</i> Sampel 750/8 .....	65
Tabel 4.14 Data <i>Peak List</i> Sampel FA750/8 .....	66
Tabel 4.15 Penamaan Sampel SEM .....	66



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A.1 Gambar Proses, Alat, dan Bahan Pengecoran.....	79
Lampiran A.2 Gambar Proses dan Alat Pengujian.....	80
Lampiran A.3 Gambar Hasil Pengujian <i>SEM</i> . .....	82



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Di era modern yang terjadi saat ini di dunia industri, penggunaan aliminium dan logam paduan aliminium terus berkembang, guna memenuhi kebutuhan yang semakin kompleks, manusia dituntut untuk melaksanakan perkembangan, tak terkecuali dalam hal teknologi yang berperan penting dalam kelangsungan hidup manusia seperti dalam hal rekayasa dan proses perlakuan pada logam yang mempunyai pengaruh penting karena merupakan elemen dasar untuk membuat sesuatu yang berguna dalam bidang konstruksi bangunan khususnya.

Aluminium merupakan logam *non ferro* yang bahan dasarnya adalah bauksit dan kreolit. Melalui elektrolisa dengan metode bayer, tanah tawas diperoleh, lalu tanah tawas direduksi sehingga menjadi aluminium. Penggunaan alumunium terus meningkat dari tahun-ketahun karena aluminium secara luas lebih ekonomis dibanding bahan baku teknik lainnya. Penggunaan logam ini meningkat karena kelebihan yang dimiliki aluminium dibandingkan dengan logam lain, diantaranya titik cair yang rendah, bobotnya ringan, tahan terhadap korosi, serta sebagai konduktor panas dan listrik yang baik.

Bahan aluminium yang dibuat menjadi kemasan minuman kaleng akan menjadi limbah apabila kemasan minuman kaleng bekas tersebut tidak terpakai atau tidak didaur ulang untuk menjadi sesuatu yang bermanfaat, ini merupakan salah satu contoh banyaknya penggunaan aluminium. Kemasan minuman kaleng berbahan aluminum bisa dimanfaatkan kembali dengan melakukan pengecoran kembali dan dapat menambah nilai ekonomis dari limbah kemasan minuman kaleng bekas. Dengan melakukan pengecoran kembali kita akan mendapatkan material yang baru, material baru yang dihasilkan dari

pengecoran ulang kemasan minuman kaleng bekas tersebut akan lebih menguntungkan dibandingkan dengan material primer.

Aluminium sebagai komposit matriks logam beberapa tahun terakhir ini banyak dikembangkan dengan menggunakan *fly ash* sebagai penguatnya. Aluminium digunakan sebagai matriks yang dikenal sebagai logam yang mempunyai sifat seperti ringan, tahan korosi, pengantar listrik yang baik sedangkan *fly ash* berfungsi sebagai penguat. *Fly ash* merupakan salah satu hasil sisa limbah dari pembakaran batu bara banyak dibuang begitu saja. Penggunaan *fly ash* pada Komposit Matriks Logam ini diharapkan mampu menyelesaikan masalah lingkungan yang ditimbulkan jika *fly ash* dibiarkan begitu saja, dan ternyata penggunaan *fly ash* ini mampu meningkatkan sifat fisik dan mekanik dari aluminium (Haryadi, 2006).

Pada penelitian ini diteliti pengaruh penambahan *fly ash* terhadap sifat mekanik dari aluminium hasil daur ulang aluminium kemasan minuman kaleng bekas dengan metode *stir casting* dan *squeeze casting*. Dengan demikian dibuat skripsi dengan judul **“Stir–Squeeze Casting Komposit Daur Ulang Aluminium Berpenguat Fly Ash dengan Variasi Tekanan”**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan utama yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah upaya pemanfaatan kembali aluminium hasil daur ulang dari kaleng minuman untuk mengetahui pengaruh sifat fisik dan mekanik dari hasil produk *stir casting* terhadap komposit aluminium diperkuat serbuk abu terbang (*fly ash*) dengan harapan hasil dari pemanfaatan limbah dapat meningkatkan sifat mekanik dari aluminium dan dapat mengurangi sampah yang tidak terpakai.

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dapat penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Spesimen uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah logam hasil peleburan aluminium yang berasal dari kaleng minuman ringan bekas.
2. Proses pengecoran yang dilakukan adalah metode *stir casting* dengan variabel temperatur yang digunakan 750°C pada saat tuang, kecepatan *stir* 350 rpm, dan waktu *stir* 3 menit dan metode *squeeze casting* dengan variasi tekanan 6, 8, 10 MPa.
3. Menambahkan *fly ash* yang telah ditentukan yaitu 12 %wt kedalam kowi setelah proses peleburan aluminium.
4. Pengujian sifat mekanik yang dilakukan adalah;
  - a. Pengujian kekerasan (*Brinell*)
  - b. Pengujian impak
5. Pengujian sifat fisik yang dilakukan adalah;
  - a. Pengujian *Scanning Electron Microskop (SEM)*
  - b. Uji densitas
6. Pengujian sifat kimia yang dilakukan adalah;
  - a. XRD
  - b. XRF

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang ingin dilakukan oleh penulis antara lain adalah sebagai berikut :

1. Dapat memfabrikasi komposit aluminium kaleng bekas melalui metode *stir – squeeze casting* untuk mengetahui hasil dari fabrikasi dan mengkarakteristik sifat fisik, kimia, dan mekanik aluminium.

2. Menganalisis pengaruh variasi tekanan kompaksi terhadap sifat fisik dan sifat kimia hasil *stir – squeeze casting* komposit aluminium dari kemasan minuman kaleng bekas dan *fly ash*.
3. Menganalisis pengaruh variasi tekanan kompaksi terhadap sifat mekanik hasil *stir – squeeze casting* komposit aluminium dari kemasan minuman kaleng bekas dan *fly ash*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penilitian skripsi ini antara lain :

1. Mengurangi limbah kemasan minuman kaleng dengan cara memanfaatkan limbah – limbah yang tidak terpakai sehingga mampu mengatasi permasalahan pada lingkungan.
2. Mengetahui pengaruh variasi tekanan kompaksi terhadap sifat fisik hasil *stir – squeeze casting* komposit aluminium dari kemasan minuman kaleng bekas dan *fly ash*.
3. Mengetahui pengaruh variasi tekanan kompaksi terhadap sifat mekanik hasil *stir – squeeze casting* komposit aluminium dari kemasan minuman kaleng bekas dan *fly ash*.

## DAFTAR RUJUKAN

- AlSaffar, K., & Bdeir, L. (2008). Recycling of Aluminum Beverage Cans. *Journal of Engineering and Development*, 12(3).
- Anggraeni, N. D. (2008). Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite. *Seminar Nasional*, VII.
- Anilkumar, H., Hebbar, H., & Ravishankar, K. (2011). *Mechanical properties of fly ash reinforced aluminium alloy (Al6061) composites* (Vol. 6).
- ASM, H. (1990). *Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials* (Vol. Vol 02 ): The Materials Information Company.
- Belinda, H. M. (2006). Analysis of the Recycling Method for Aluminum Soda Cans. *Disertasi, Faculty of Engineering and Surveying, University of Southern Queensland*.
- Bhandare, R. G., & Sonawane, P. M. (2014). *Preparation of Aluminium Matrix Composite by using Stir Casting Method and Its Characterization*. *International Journal of Current Engineering and Technology*(3), 148-155.
- Bharathi, V., Ramachandra, M., & Srinivas, S. (2017). Influence of Fly Ash Content in Aluminium Matrix Composite Produced by Stir-Squeeze Casting on the Scratching Abrasion Resistance, Hardness and Density Levels. *Materials Today: Proceedings*, 4(8), 7397-7405. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.07.070>
- Boopathi, Arulshri, & Iyandurai. (2013). Evaluation of Mechanical Properties of Aluminium Alloy 2024 Reinforced with Silicon Carbide and Fly Ash Hybrid Metal Matrix Composites.
- Cahyana, A., Marzuki, A., & Cari. (2014). Analisa SEM (Scanning Electron Microscope) Pada Kaca TZN Yang Dikrsitalkan. *Prosiding Mathematics and Sciences Forum 2014*.
- Callister, W. D. (2009). Materials Science and Engineering: An Introduction.
- Campbell, J. (2009). Incipient Grain Boundary Melting. *Materials Science and Technology*, 25(1), 125-126.
- Dagwa, I., & Adama, K. (2016). Property evaluation of pumice particulate-reinforcement in recycled beverage cans for Al-MMCs manufacture. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*.
- Darmanto, D., Purwanto, H., & Respati, S. M. B. (2013). Pengembangan Metode Pengecoran *Squeeze* untuk Meningkatkan Kualitas Sepatu Kampas Rem Kendaraan Bermotor Berbahan Alumunium Daur Ulang. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Dinaharan, I., Nelson, R., Vijay, S. J., & Akinlabi, E. T. (2016). Microstructure and Wear Characterization of Aluminum Matrix Composites Reinforced with Industrial Waste Fly Ash Particulates Synthesized by Friction Stir Processing. *Materials Characterization*, 118, 149-158. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matchar.2016.05.017>

- Fuadi, H., Zulfia, A., & Y, A. (2013). *Fabrikasi Komposit Matriks Logam Al<sub>5</sub>Cu/SiC(p) Dengan Metode Stir Casting dan Karakteristiknya.*
- Fuadi, H., Zulfia, A. (2013). *Fabrikasi Komposit Matriks Logam Al<sub>5</sub>Cu/SiC(p) Dengan Metode Stir Casting dan Karakteristiknya.* .
- Gruber, H., Karimi, P., Hryha, E., & Nyborg, L. (2018). Effect of Powder Recycling on the Fracture Behavior of Electron Beam Melted Alloy 718. *Powder Metallurgy Progress*, 18(1), 40-48.
- Hadi, Q., & Gunawan. (2010). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Abu Terbang (Fly Ash) sebagai Penguat Al 6061 Matrix Composite terhadap Sifat Mekanik dan Fisik Metal Matrix Composite Al 6061-Fly Ash.
- Haryadi, G. D. (2006). Pengaruh Penambahan *Fly Ash* melalui Proses Separasi *Iron Oxide* dan *Coal* terhadap Keausan Alumunium. *ROTASI*, 8(4), 18-26.
- Irawan, R., & Sulardjaka. (2013). *Pengaruh Temperatur Tuang terhadap Distribusi Serbuk Fly Ash pada Komposit Al-Cu Diperkuat Serbuk Fly Ash.*
- Juang, S. H., & Xue, C.-S. (2015). Investigation of mechanical properties and microstructures of aluminum-fly ash composite processed by friction stirring. *Materials Science and Engineering*, 640, 314-319. doi:<https://doi.org/10.1016/j.msea.2015.06.015>
- Leman, A. (2010). *Perancangan Pengecoran, Konstruksi Coran, dan Perancangan Pola.* Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Lokesh, G. N., Ramachandra, M., Mahendra, K. V., & Sreenith, T. (2013). *Characterization of Al-Cu alloy reinforced fly ash metal matrix composites by squeeze casting method* (Vol. 5).
- Maleki, A., Niroumand, B., & Shafyei, A. (2006). Effects of Squeeze Sasting Parameters on Density, Macrostructure and Hardness of LM13 Alloy. *Materials Science and Engineering: A*, 428(1-2), 135-140.
- Mikell P, G. (2010). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems.* United States of America: Thomson Digital.
- Nagaraj, N., Mahendra, K. V., & Nagaral, M. (2018). Microstructure and Evaluation of Mechanical Properties of Al-7Si-Fly Ash Composites. *Materials Today: Proceedings*, 5(1, Part 3), 3109-3116. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.01.116>
- Novianto, R. Y., & Sulardjaka. (2013). Pengujian Keausan Komposit Aluminium yang Diperkuat Serbuk Besi dan Komposit Paduan Aluminium Tembaga yang Diperkuat Abu Terbang.
- Nurzal, N., & Siswanto, O. (2013). Pengaruh Proses Wet Pressing dan Suhu Sinter Terhadap Densitas dan Kekerasan Vickers Pada Manufactur Keramik Lantai. *Jurnal Teknik Mesin ITP*, 2(1).
- Pratiwi, D. K., & Paramitha, N. (2013). Kajian Eksperimental Pengaruh Variasi Ukuran Cetakan Logam terhadap Perubahan Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Produk Cor Aluminium. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(1), 009-014.
- Ramnath, B. V. (2014). Aluminium Metal Matrix Composites—A Review. *Rev. Adv. Mater. Sci.*, 38(5).

- Respati, S. B., Purwanto, H., & Mauluddin, M. (2010). *Pengaruh Tekanan dan Temperatur Cetakan Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Pengecoran pada Material Aluminium Daur Ulang*. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional & Internasional.
- Respati, S. M. B. (2010). *Pengaruh Tekanan dan Temperatur Cetakan terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Pengecoran pada Material Aluminium Daur Ulang*. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional & Internasional.
- Sarangi, S. (2009). *Fabrication and Characterization of Aluminum-Fly Ash Composite Using Stir Casting Method*.
- Selvam, D. R., Smart, R., & Dinaharan. (2013). Synthesis and Characterization of Al6061-Fly Ash-SiCp Composites by Stir Casting and Compocasting Methods. *Energy Procedia*, 34, 637-646. doi:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.06.795>
- Setia, I., Budi Harjanto, & Subagsono. (2013). Analisis Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium (Mg) 2% dan 5% Terhadap Ketangguhan Impak, Tingkat Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Velg aluminium (Al-5,68 Si). *Prodi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, UNS Kampus V FKIP UNS*.
- Shanmughasundaram, P. (2011). *Some Studies on Aluminium – Fly Ash Composites Fabricated by Two Step Stir Casting Method* (Vol. 63).
- Sharma, P., Chauhan, G., & Sharma, N. (2013). Production of AMC by Stir Casting. *International Journal of Contemporary Practices*, 2(1), 23-46.
- Sijo, M. T., & Jayadevan, K. R. (2016). *Analysis of Stir Cast Aluminium Silicon Carbide Metal Matrix Composite: A Comprehensive Review* (Vol. 24).
- Skolianos, S. M., Kiourtsidis, G., & Xatzifotiou, T. (1997). Effect of Applied Pressure on the Microstructure and Mechanical Properties of Squeeze-Cast Aluminum AA6061 Alloy. *Materials Science and Engineering: A*, 231(1-2), 17-24.
- Surdia, T., & Saito, S. (1999). Pengetahuan Bahan Teknik.
- Swasono, T. (2010). *Pembuatan dan Karakterasi Komposit Matriks Logam Al15Cu/AL203 (p) melalui Proses Thixoformin*. Universitas Indonesia. Fakultas Teknik.
- Tjitro, S., & Firdaus, F. (2004). Pengecoran Squeeze. *Jurnal Teknik Mesin UKP*, 2(2), pp. 109-113.
- Totten, G. E., & Mackenzie, D. S. (2003.). *Handbook Of Aluminium*.
- Umardani, Y. (2007). Analisa Penggunaan Fly Ash Sebagai Materai Dasar Pengganti Cetakan Pasir pada Pengecoran Besi Cor ditinjau dari Komposisi Campuran Cetakan. *ROTASI*, 9(3), 10-14.
- Yang, L. (2003). The Effect of Casting Temperature on the Properties of Squeeze Cast Aluminium and Zinc Alloys. *Journal of materials processing technology*, 140(1-3), 391-396.
- Yang, L. (2007). The Effect of Solidification Time in Squeeze Casting of Aluminium and Zinc Alloys. *Journal of materials processing technology*, 192, 114-120.
- Zamheri, A. (2011). Pengaruh Waktu Stirring, Fraksi Volume, dan Ukuran Besar Butir Partikel SiC terhadap Kekerasan MMC Al 6061-SiC dengan Sistem Stir Casting. *AUSTENIT*, 3(02).

