

# STUDI PEMANFAATAN LIMBAH ABU TERBANG BATUBARA (*FLY ASH*) DAN ALUMINIUM DAUR ULANG SEBAGAI PENGGANTI MATERIAL BANTALAN LUNCUR

Rayana Djaka Surya<sup>1)</sup>, Taufikurahman<sup>2)\*</sup>, Ella Sundari<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2,3)</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jalan Sriwijaya Negara, Lorong Pakjo, Bukit Besar, Kota Palembang,

\*E-mail korespondensi: [taufikmesin@yahoo.co.id](mailto:taufikmesin@yahoo.co.id)

## INFORMASI ARTIKEL

Submitted:  
09/07/2020

Accepted:  
14/08/2020

Print-Published:  
31/08/2020

## ABSTRAK

Aluminium merupakan logam yang lunak dengan tampilan yang menarik, ringan dan tahan korosi. Pada penelitian ini dipilih limbah aluminium kaleng sebagai matriks dan limbah abu terbang batubara (*fly ash*) sebagai penguat. Dalam pembuatan spesimen melalui proses pengecoran menggunakan metode casting dengan temperatur 700°C. Hasil penelitian ini nilai kekerasan tertinggi pada variasi paduan AL 60% : FA 40%, sebesar 82,726 kg/mm<sup>2</sup> dengan tingkat kekerasan terendah pada variasi AL 100% : FA 0% sebesar 60,036 kg/mm<sup>2</sup> dan nilai impak tertinggi pada variasi paduan AL 100% : FA 0% sebesar 0,0167 J/mm<sup>2</sup> dengan nilai impak terendah pada variasi AL 60% : FA 40% sebesar 0,0113 J/mm<sup>2</sup>. Dari hasil tersebut diketahui bahwa semakin banyak penambahan fraksi berat *fly ash* yang dipadukan pada aluminium maka tingkat kekerasannya semakin meningkat dan hasil tersebut berbanding terbalik dengan nilai impak karena semakin tinggi nilai kekerasan suatu material maka semakin getas material tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa material limbah aluminium kaleng dan abu terbang batubara (*fly ash*) layak dijadikan sebagai pengganti material bantalan luncur.

**Kata kunci:** Aluminium Bekas Kaleng Minuman, Abu Terbang Batubara (*Fly Ash*), Pengecoran (*Casting*), Bantalan Luncur, Temperatur Peleburan 700°C, Uji Kekerasan dan Uji Impak.

## ABSTRACT

Aluminium is a soft metal with an attractive appearance, light weight and corrosion resistance. In this study, canned aluminium waste as a matrix and fly ash waste as reinforcement. In making specimens through a casting process using the casting method with a temperature of 700°C. The results of this study, the highest hardness value in the variation of alloy AL 60%: FA 40% at 82,726 kg/mm<sup>2</sup> with the lowest hardness level at variation AL 100%: 0% FA at 60,036 kg/mm<sup>2</sup> and the highest impact value on AL 100%: FA 0% at 0.0167 J/mm<sup>2</sup> with the lowest impact value on the variation AL 60%: FA 40% at 0.0113 J/mm<sup>2</sup>. From these results it is known that the more weight fraction of fly ash is added to the aluminum, the level of hardness increases and this result is inversely proportional to the impact value because the higher the hardness value of a material, the more brittle the material is. So it can be concluded that canned aluminum waste material and coal fly ash are suitable to be used as a substitute for the sliding bearing material.

**Keywords:** Aluminum Beverage Cans, Fly Ash, Casting, Glide Bearings, Melting Temperature 700°C, Hardness Test and Impact Test.

© 2020 The Authors. Published by  
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:  
<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4540856>

## 1 PENDAHULUAN

Di era modern yang terjadi saat ini di dunia industri, penggunaan aluminium dan logam paduan aluminium terus berkembang, guna memenuhi kebutuhan yang semakin kompleks, untuk

itu 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.

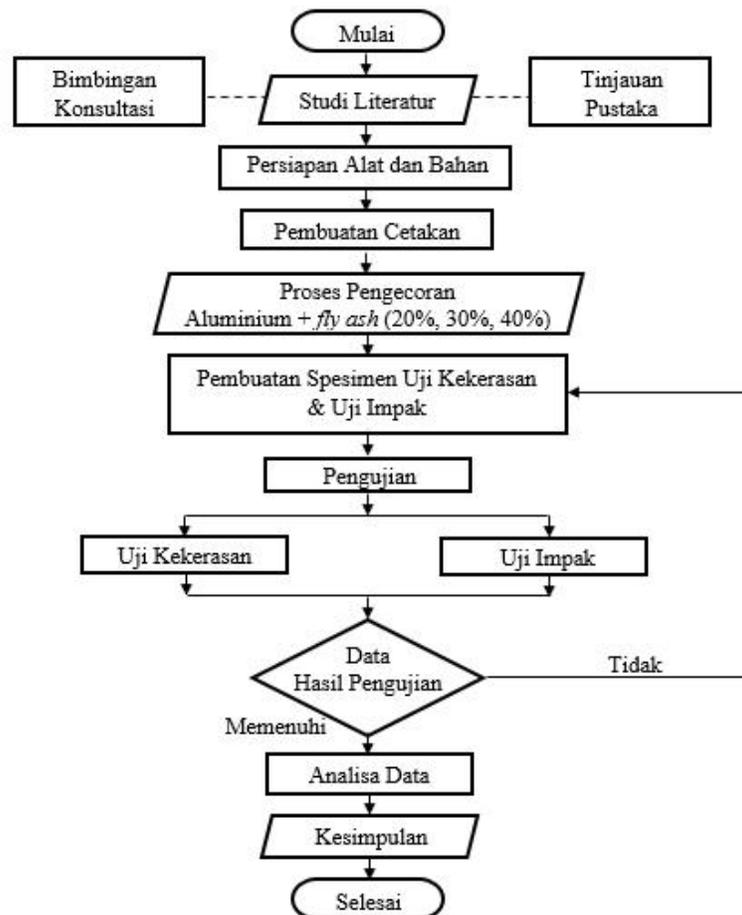
Aluminium merupakan logam *non ferro* yang bahan dasarnya adalah bauksit dan kreolit. Melalui elektrolisa dengan metode bayer, tanah tawas diperoleh, lalu tanah tawas direduksi sehingga menjadi aluminium. Penggunaan aluminium terus meningkat dari tahun-ketahun karena aluminium secara luas lebih ekonomis dibandingkan 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.

Beberapa tahun terakhir aluminium banyak dikembangkan dengan menggunakan *fly ash* sebagai penguatnya. Aluminium digunakan sebagai matriks yang dikenal sebagai logam yang mempunyai sifat seperti ringan, tahan korosi, penghantar listrik yang baik sedangkan *fly ash* berfungsi sebagai penguat. *Fly ash* merupakan salah satu hasil sisa limbah dari pembakaran batubara banyak dibuang begitu saja. Penggunaan *fly ash* 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.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan abu terbang batubara (*fly ash*) terhadap sifat mekanik dari aluminium hasil daur ulang limbah kaleng minuman dengan menggunakan metode *casting*.

## 2. BAHAN DAN METODE

Untuk mempermudah dalam penelitian maka dibuat diagram alir penelitian pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 2.1 Alat

Dalam Proses penelitian ini, dibutuhkan alat-alat baik kelengkapan eksperimen maupun alat uji antara lain sebagai berikut:

- a. Mesin Uji Kekerasan (*Brinell*)
- b. Mesin Alat Uji Impak (*Charpy*)
- c. Profil Proyektor
- d. Dapur Pelebur
- e. Cetakan Logam
- f. Alat Tuang
- g. *Thermometer Infrared*
- h. Alat Timbangan
- i. Mesin Milling
- j. Jangka Sorong
- k. Gerinda

## 2.2 Bahan

Dalam proses pembuatan benda uji bahan utama yang digunakan antara lain sebagai berikut:

- a. Aluminium

Aluminium merupakan bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini. Aluminium yang digunakan adalah aluminium hasil daur ulang dari limbah kaleng minuman.



Gambar 2. Kaleng Minuman

- b. Abu Terbang Batubara (*Fly Ash*)

*Fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil limbah padat yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara pada perusahaan pembangkit listrik yang ada di Sumatera selatan yaitu PT.Bukit Asam (PTBA).



Gambar 3. *Fly Ash*

## 2.3 Proses Pembuatan Spesimen

Adapun langkah-langkah dalam pembuatan spesimen sebagai berikut:

1. Masukkan bahan aluminium bekas yang telah ditentukan kedalam dapur pelebur sehingga mencapai temperatur 700°C.
2. Kemudian campurkan serbuk *fly ash* dengan parameter 20%, 30%, dan 40% pada cairan aluminium yang telah mencair.
3. Tuangkan cairan campuran aluminium dan *fly ash* kedalam cetakan logam.
4. Keluarkan produk coran campuran aluminium dan *fly ash* dari cetakan.

## 2.4 Pengujian

### 2.4.1 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan bahan dari hasil pengecoran. Pada penelitian ini menggunakan metode *Brinell*.

### 2.4.2 Uji Impak

Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap pembebanan kejut. Pada penelitian ini menggunakan metode *Charpy*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dalam pengujian kekerasan *Brinell* dilakukan pada permukaan benda uji dilakukan secara acak pada permukaan. Pengujian ini menggunakan indentor bola baja  $\varnothing 2,5\text{mm}$  dengan beban 62,5 Kg, berikut ini hasil dari pengujian kekerasan.

**Tabel 1.** Perhitungan kekerasan *Brinell*

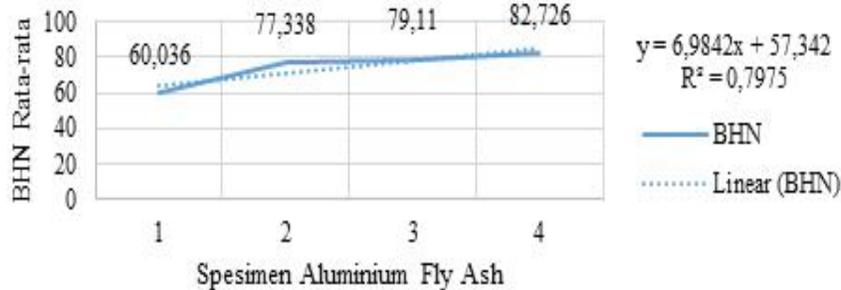
Spesimen	$d_r$ (mm)	BHN (Kg/mm <sup>2</sup> )
AL:FA 100%:0%	1,120	60,096
	1,111	61,244
	1,131	58,768
Rata-Rata		<b>60,036</b>
AL:FA 80%:20%	0,996	76,970
	0,988	78,076
	0,996	76,970
Rata-Rata		<b>77,338</b>
AL:FA 70%:30%	0,990	77,688
	0,977	80,025
	0,979	79,617
Rata-Rata		<b>79,11</b>
AL:FA 60%:40%	0,947	85,207
	0,967	81,699
	0,969	81,274
Rata-Rata		<b>82,726</b>

Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai kekerasan rata-rata *Brinell* pada spesimen dari masing-masing variasi Aluminium *Fly Ash* terdiri dari paduan AL 100% : FA 0% sebesar 60,036 kg/mm<sup>2</sup>, spesimen dari variasi paduan AL 80% : FA 20% sebesar 77,338 kg/mm<sup>2</sup>, spesimen dari variasi paduan AL 70% : FA 30% sebesar 79,11 kg/mm<sup>2</sup>, spesimen dari variasi paduan AL 60% : FA 40% sebesar 82,726 kg/mm<sup>2</sup>.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan Aluminium *Fly Ash* terendah berada pada spesimen dengan paduan AL 100% : FA 0% sebesar 60,036 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai kekerasan Aluminium *Fly Ash* tertinggi berada pada spesimen dengan paduan AL 60% : FA 40%, sebesar 82,726 kg/mm<sup>2</sup>.

Hasil pengujian kekerasan aluminium *fly ash* menunjukkan terjadinya peningkatan nilai kekerasan Aluminium seiring dengan semakin besarnya penambahan persentase jumlah *Fly Ash* yang berfungsi sebagai partikel penguat. Hal ini dikarenakan penambahan dari *Fly Ash* menyebabkan penetrasi indentor terhadap spesimen tertahan karena adanya faktor penguat (*Fly Ash*).

### GRAFIK HASIL UJI KEKERASAN ALUMINIUM FLY ASH



Gambar 4. Grafik Kerasan *Brinell*

Berdasarkan grafik tersebut, maka didapatkan analisa sebagai berikut:

**Y = 57,342 + 6,9842X**

- Dalam kasus ini nilainya sebesar 57,342. Angka ini merupakan angka konstan yang mempunyai arti bahwa jika tidak ada penambahan *Fly Ash* (X) maka nilai nilai kekerasan (Y) adalah sebesar 57,342.
- Dalam kasus ini nilainya sebesar 6,9842. Angka ini mengandung arti bahwa setiap penambahan 1% *Fly Ash* (X), maka nilai kekerasan (Y) akan meningkat sebesar 6,9842.

Karena nilai koefisien regresi bernilai plus (+), maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa *Fly Ash* (X) berpengaruh positif terhadap nilai kekerasan (Y).

**R<sup>2</sup> = 0,7975**

Untuk mengetahui besarnya pengaruh *Fly Ash* (X) terhadap nilai kekerasan (Y) dalam analisa regresi linear sederhana, kita dapat berpedoman pada nilai R square atau R<sup>2</sup> dari output diatas yang diketahui nilai R square sebesar 0,7975. Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh *Fly Ash* (X) terhadap nilai kekerasan (Y) adalah sebesar 79,75% sedangkan 20,25% nilai kekerasan dipengaruhi oleh variabel yang lain yang tidak diteliti.

Pengujian Impak bertujuan untuk mengetahui nilai ketahanan material terhadap beban kejut yang diberikan. Dalam pemesinan sering kali terjadi kontak langsung antara dua komponen atau lebih sehingga perlu dilakukan pengujian ketahanan terhadap material yang dipilih. Berikut ini hasil dari pengujian impak.

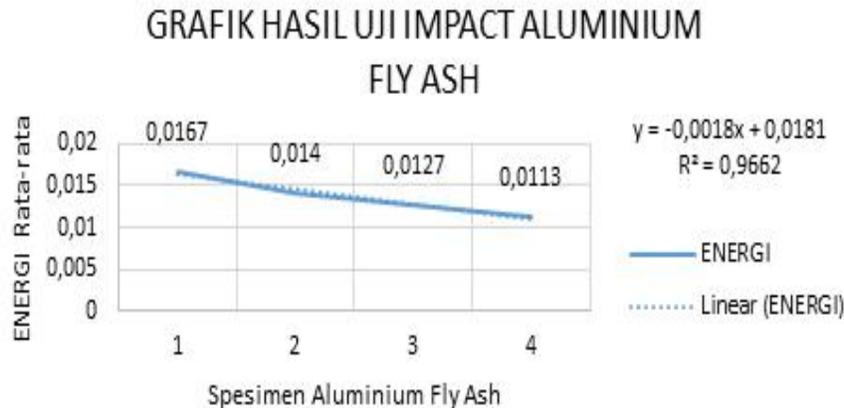
Tabel 2. Perhitungan Impak Metode *Charpy*

Spesimen	Nm	Ketangguhan (Joule/mm <sup>2</sup> )
AL:FA 100%:0%	0,902	0,011
	0,961	0,012
	0,912	0,011
Rata-Rata		<b>0,0167</b>
AL:FA 80%:20%	0,941	0,014
	1,039	0,014
	1,069	0,014
Rata-Rata		<b>0,014</b>
AL:FA 70%:30%	1,157	0,012
	1,118	0,013
	1,088	0,013
Rata-Rata		<b>0,0127</b>
AL:FA 60%:40%	1,333	0,017
	1,353	0,017
	1,294	0,016
Rata-Rata		<b>0,0113</b>

Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai kekuatan impak rata-rata pada spesimen dari masing-masing variasi Aluminium *Fly Ash* terdiri dari paduan AL 100% : FA 0%

sebesar 0,0167 J/mm<sup>2</sup>, spesimen dari variasi paduan AL 80% : FA 20% sebesar 0,014 J/mm<sup>2</sup>, spesimen dari variasi paduan AL 70% : FA 30% sebesar 0,0127 J/mm<sup>2</sup>, spesimen dari variasi paduan AL 60% : FA 40% sebesar 0,0113 J/mm<sup>2</sup>.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan impact tertinggi terdapat pada spesimen paduan AL 100% : FA 0% dengan nilai 0,0167 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai kekuatan impact terendah berada pada spesimen AL 60%:FA 40% dengan nilai 0,0113 J/mm<sup>2</sup>. Hasil pengujian impact Aluminium *Fly Ash* berbanding terbalik dengan nilai kekerasan karena semakin tinggi nilai kekerasan suatu material maka semakin getas material tersebut.



Gambar 5. Grafik Impact Metode Charpy

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka didapatkan analisa sebagai berikut:

$$Y = 0,0181 - 0,0018X$$

- Dalam kasus ini nilainya sebesar 0,0181. Angka ini merupakan angka konstan yang mempunyai arti bahwa jika tidak ada penambahan *Fly Ash* (X) maka nilai impact (Y) adalah sebesar 0,0181.
- Dalam kasus ini nilainya sebesar -0,0018. Angka ini mengandung arti bahwa setiap penambahan 1% *Fly Ash* (X), maka nilai impact (Y) akan menurun sebesar -0,0018.

Karena nilai koefisien regresi bernilai minus (-), maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa *Fly Ash* (X) berpengaruh negatif terhadap nilai impact (Y).

$$R^2 = 0,9662$$

Untuk mengetahui besarnya pengaruh *Fly Ash* (X) terhadap nilai impact (Y) dalam analisa regresi linear sederhana, kita dapat berpedoman pada nilai R Square atau R<sup>2</sup> dari output diatas yang diketahui nilai R Square sebesar 0,9662. Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh *Fly Ash* (X) terhadap nilai impact (Y) adalah sebesar 96,62% sedangkan 3,38% nilai impact dipengaruhi oleh variabel yang lain yang tidak diteliti.

Untuk mengetahui apakah bantalan luncur dengan menggunakan bahan Aluminium *Fly Ash* layak digunakan sebagai bahan bantalan luncur, maka dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 3. Hasil pengolahan data

Bahan Bantalan	Kekerasan Hn	Tekanan Maksimum yang diperbolehkan (kg/mm <sup>2</sup> )	Temperatur Maksimal yang diperbolehkan (C°)
Perunggu	50 – 100	0,7 - 2,0	200
Aluminium <i>Fly Ash</i>	60 – 82	0,011 – 0,017	100 – 150

Dari gambar tersebut maka dapat disimpulkan bahwa bahan bantalan luncur dari pemanfaatan limbah Aluminium *Fly Ash* layak dijadikan bahan bantalan luncur karena telah

memenuhi beberapa syarat diantaranya memiliki kekuatan yang cukup, mempunyai sifat anti las, sangat tahan karat, tidak terlalu terpengaruh oleh temperatur dan harganya yang murah.

#### 4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini bahwa Nilai kekerasan Aluminium *Fly Ash* tertinggi berada pada spesimen dengan paduan AL 60% : FA 40%, sebesar 82,726 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai kekerasan Aluminium *Fly Ash* terendah berada pada spesimen dengan paduan AL 100% : FA 0% sebesar 60,036 kg/mm<sup>2</sup>. Maka dapat disimpulkan bahwa meningkatnya nilai kekerasan Aluminium terjadi seiring dengan semakin besarnya penambahan persentase jumlah *Fly Ash* yang berfungsi sebagai partikel penguat.

Nilai kekuatan dampak terbesar terdapat pada spesimen paduan AL 100% : FA 0% dengan nilai 0,0167 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai kekuatan dampak terendah berada pada spesimen AL 60% : FA 40% dengan nilai 0,0113 J/mm<sup>2</sup>. Hasil pengujian dampak Aluminium *Fly Ash* berbanding terbalik dengan nilai kekerasan karena semakin tinggi nilai kekerasan suatu material maka semakin getas material tersebut.

Bahan bantalan luncur dari pemanfaatan limbah Aluminium *Fly Ash* layak dijadikan bahan bantalan luncur karena telah memenuhi beberapa syarat diantaranya memiliki kekuatan yang cukup, mempunyai sifat anti las, sangat tahan karat, tidak terlalu terpengaruh oleh temperatur dan harganya yang murah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Samhuddin, Sudia B, La Ode I. 2017. *Studi pemanfaatan limbah abu terbang batubara (fly ash) dan kaleng minuman soft drink sebagai pengganti material baja ringan*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin. Universitas Halu Oleo. Vol. 2 No.3. Kendari.
- Aji, A. W. 2018. *Stir-squeeze casting komposit daur ulang aluminium berpenguat fly ash dengan variasi tekanan*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Amir, Ariffin, Junaidi. 2017. *Pengaruh parameter stir casting terhadap sifat mekanik aluminium matrix composite (amc)*. Jurnal Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya. Volume III. Nomor 1. Palembang.
- Gunawan, Arifin A, Mangku B. 2018. *Fabrikasi karakteristik sifat fisik dan mekanik produk stir casting komposit daur ulang aluminium dengan penambahan 14, 18, dan 22 wt% fly ash*. Jurnal Teknik Mesin Untirta Vol. IV No. 2. Hal 28-32. Serang. Banten.
- Hamzah, Sam A, Irvan Mukkas. 2018. *Pengaruh berat fly ash pada komposit matrik serbuk limbah aluminium terhadap sifat kekerasan*. Jurnal Teknik Mesin. Universitas Tadulako. ISBN: 978-602-51450-1-8. Palu.
- Junita, Aladin E. P. 2015. *Analisis sifat mekanis komposit daur ulang aluminium piston bekas sepeda motor 4 tak dengan filler botton ash coal / flay ash*. Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional. Volume 11, Nomor 1. Hal: 36- 41. Malang.
- Maryoto. A. 2008. *Pengaruh penggunaan high volume fly ash pada kuat tekan mortar*. Jurnal Teknik Sipil. Fakultas Sains. Universitas Jenderal Soedirman. Nomor 2 Volume 10. Hal: 103 – 114. Purwokerto.
- Subarmono, Jasmari, Kusnanto, Wildan M. 2008. *Pemanfaatan limbah abu terbang sebagai penguat aluminium matrix composite*. Jurnal Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Vol. 10, No. 2. Hal: 109–114. Yogyakarta.
- Sulardjaka, Faizin A. M. 2013. *Pengaruh holding time pada proses age hardening terhadap kekerasan komposit al-cu yang diperkuat serbuk fly ash*. Jurnal Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Vol. 1, No. 1. Hal: 6-12. Semarang.

Sunardi, Fawaid, Rasyid Noor F. 2015. *Variasi campuran fly ash batubara untuk material komposit*. Jurnal Teknik Mesin. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Volume I Nomor 1. Hal: 90-102. Banten.