

# **SKRIPSI**

## **PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA HASIL PENGECORAN ALUMINIUM PADUAN DENGAN MENGGUNAKAN CETAKAN ALUMINIUM TERHADAP SIFAT MEKANIK**

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



**RENDI ISMAIL  
03051181520011**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**



# **SKRIPSI**

## **PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA HASIL PENGECORAN ALUMINIUM PADUAN DENGAN MENGGUNAKAN CETAKAN ALUMINIUM TERHADAP SIFAT MEKANIK**

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



**OLEH :**  
**RENDI ISMAIL**  
**03051181520011**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**



## HALAMAN PENGESAHAN

### PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA HASIL PENGECORAN ALUMINIUM PADUAN DENGAN MENGGUNAKAN CETAKAN ALUMINIUM TERHADAP SIFAT MEKANIK

#### SKRIPSI

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

OLEH :  
RENDI ISMAIL  
03051181520011

Indralaya, Agustus 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi,



Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T  
NIP. 19590321 198703 1 001





## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Pengaruh Perlakuan Panas Pada Hasil Pengecoran Aluminium Paduan dengan Menggunakan Cetakan Aluminium Terhadap Sifat Mekanik" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 30 Juli 2019.

Palembang, 30 Juli 2019

Tim Penguji Proposal Skripsi

Ketua :

1. Ir. Helmy Alian, M.T  
NIP. 19591015 198703 1 006

(.....)  


Anggota:

1. Astuti, S.T., M.T  
NIP. 19560604 198602 1 001

(.....)  


2. Nurhahliah Paramitha Eka Utami, S.T., M.T  
NIP. 19891117 201504 2 003

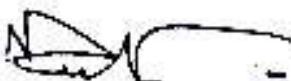
(.....)  


Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Iswandi, ST, M.Eng, Ph.D  
NIP. 19741225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi,



Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T  
NIP. 19590321 198703 1 001



## **HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rendi Ismail

NIM : 03051181520011

Judul : Pengaruh Perilaku Panas Pada Hasil Pengecoran Aluminium Paduan  
Dengan Menggunakan Cetakan Aluminium .

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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



Inderalaya, Juli 2019



Rendi Ismail  
NIM. 03051181520011



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis persembahkan atas kehadiran Allah SubhanaWataallah yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi dengan judul “Pengaruh Perlakuan Panas Pada Hasil Pengecoran Aluminium Paduan dengan Menggunakan Cetakan Aluminium Terhadap Sifat Mekanik”, disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelas sarjana di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT yang senantiasa memberikan berkah, nikmat, dan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktek ini.
2. Kedua Orang Tua Ibu dan Bapak, beserta keluarga besar yang selalu mendukung dan mendoakan selama proses menempuh kegiatan akademik di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya ini.
3. Bapak Irsyadi Yani,S.T.,M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Nukman., M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi selama kuliah di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Staf karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membantu selama penulisan skripsi ini, Pak Yatno yang telah membimbing dan memberi saran selama pengujian di Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

7. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
8. Rekan seperjuangan Angkatan 2015 Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
9. Para sahabat saya grup No Name Muhammad Fadhil, S.T , Fernanda S.T , dan Ahmad Kardi S.T yang telah saling membantu, mendukung dan memberi saran dan nasehat dari awal perkuliahan hingga saat ini. M. Sabilli Rachman, S.T sahabat yang selalu santai yang saling mendukung dan selalu memberi keyakinan dan optimisme untuk menyelesaikan skripsi ini. Pada budak balek kertapi Machrus hisjam S.T, Feby Dwi S, S.T , Firmansyah, Fahd Dilingga, S.T dan Tri Riski. Resty Agustina, S.T, Khairun Nisa, S.T serta cewek-cewek mesin lainnya. Serta dolor-dolor SK PKS5 yang selalu mendukung satu sama lain.

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 penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indralaya, Juli 2019

Penulis

# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	xxi
DAFTAR GAMBAR .....	xxiii
DAFTAR TABEL .....	xxv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</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 .....	3
1.6    Metode Penelitian.....	4
1.7    Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1    Pengecoran .....	5
2.1.1    Cetakan Pasir.....	6
2.1.2    Cetakan Logam .....	7
2.2    Aluminium .....	8
2.2.1    Sifat Aluminium.....	8
2.2.2    Klasifikasi Aluminium .....	10
2.2.3    Klasifikasi Paduan Aluminium .....	12
2.3    Perlakuan Panas .....	15
2.4    Pengujian Sifat Mekanik .....	18
2.4.1    Pengujian Kekerasan.....	18
2.4.2    Pengujian Impak.....	20
2.4.3    Pengujian Tarik .....	21
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1    Diagram Alir Penelitian .....	23
3.2    Tempat dan Waktu Penelitian .....	24
3.3    Alat dan Bahan Penelitian .....	24
3.4    Proses Pembuatan Cetakan Tetap .....	25
3.5    Proses Peleburan Aluminium.....	28
3.6    Proses Penuangan.....	28

3.7	Proses Pembuatan Sampel Uji.....	28
3.8	Proses Perlakuan Panas .....	29
3.9	Prosedur Pengujian.....	30
3.9.1	Prosedur Pengujian Kekerasan .....	30
3.9.2	Prosedur Pengujian Impak .....	31
3.9.3	Prosedur Pengujian Tarik .....	32
3.9.4	Pengujian Komposisi Kimia .....	33
3.10	Analisis dan Pengolahan Data.....	33
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		35
4.1	Hasil Uji Komposisi Kimia .....	35
4.2	Hasil dari Pengujian Kekerasan .....	35
4.3	Hasil dari Pengujian Impak .....	39
4.4	Hasil dari Pengujian Tarik.....	41
4.5	Pembahasan.....	45
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	50
<b>DAFTAR RUJUKAN .....</b>		i
<b>LAMPIRAN .....</b>		i

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Prosedur Pencetakan Cetakan Pasir.....	6
Gambar 2.2 Diagram Fasa Al-Cu.....	13
Gambar 2.3 Skema Proses Heat Treatment Alumunium Paduan .....	16
Gambar 2.4 Indentor Alat Uji Kekerasan Vickers .....	17
Gambar 2.5 Indentor Alat Uji Kekerasan Brinell.....	18
Gambar 2.6 Skema Pengujian Impak Charpy .....	19
Gambar 2.7 Prinsip Kerja Pengujian Tarik .....	20
Gambar 2.8 Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Replika Balok Sampel Uji .....	26
Gambar 3.3 Cetakan Semen .....	26
Gambar 3.4 Proses Pembuatan Cetakan Tetap dengan Metode Sand Casting.	27
Gambar 3.5 Sketsa Cetakan Tetap dari Bahan Aluminium.....	27
Gambar 3.6 Kurva Proses Perlakuan Panas .....	30
Gambar 3.7 Ukuran Sampel Uji Impak.....	31
Gambar 3.8 Ukuran Sampel Uji Tarik JIS Z 2201.....	32
Gambar 4.1 Letak Penekanan pada Sampel Uji Kekerasan .....	36
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan .....	39
Gambar 4.3 Grafik Harga Impak.....	40
Gambar 4.4 Grafik Kekuatan Tarik Sampel Uji.....	42
Gambar 4.5 Grafik Kekuatan Fracture pada Pengujian Sampel Uji.....	44
Gambar 4.6 Grafik Regangan pada Pengujian Sampel Uji .....	45



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Sifat Fisik dari Aluminium.....	10
Tabel 2.2	Klasifikasi Paduan Aluminium Tempaan.....	11
Tabel 3.1	Jumlah Sampel Uji Keseluruhan.....	29
Tabel 4.1	Hasil Uji Komposisi Kimia Peleburan Alumunium Panci Bekas .....	35
Tabel 4.2	Data Pengujian Kekerasan pada Sampel Uji Non Treatment .....	36
Tabel 4.3	Data Pengujian Kekerasan pada Sampel Uji dengan Aging 1 Jam....	37
Tabel 4.4	Data Pengujian Kekerasan pada Sampel Uji dengan Aging 2 Jam....	37
Tabel 4.5	Data Pengujian Kekerasan pada Sampel Uji dengan Aging 3 Jam....	38
Tabel 4.6	Data Hasil Pengujian Kekerasan Brinnel .....	38
Tabel 4.7	Data Hasil Pengujian Impak.....	40
Tabel 4.8	Hasil Kekutan Tarik dari Pengujian Sampel Uji.....	41
Tabel 4.9	Hasil Kekuatan Fracture dari Pengujian Sampel Uji .....	43
Tabel 4.10	Hasil Nilai Regangan Pengujian Sampel Uji .....	44



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar Proses Selama Penelitian.....	i
Lampiran 2	Kartu Bimbingan Asistensi Skripsi.....	xiii
Lampiran 3	Pemeriksaan Format Skripsi Jurusan Teknik Mesin UNSRI.....	xiv
Lampiran 4	Turnitin .....	xv



# PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA HASIL PENGECORAN ALUMINIUM PADUAN DENGAN MENGGUNAKAN CETAKAN ALUMINIUM TERHADAP SIFAT MEKANIK

Nukman\*, Rendi Ismail

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang – Prabumulih km 32 Indralaya, Ogan Ilir

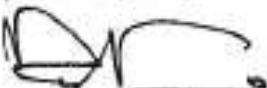
## ABSTRAK

Aluminium merupakan logam yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Benda yang terbuat dari Aluminium sering terdapat dalam peralatan rumah tangga salah satunya yaitu panci, dimana jika panci tersebut rusak akan menimbulkan limbah yang sulit diuraikan. Pengecoran ulang merupakan cara yang dilakukan untuk mengurangi banyaknya limbah dari penggunaan panci bekas sehingga dapat menghasilkan logam yang baru. Pengecoran kali ini menggunakan cetakan aluminium, dimana bahan dari cetakan tersebut terbuat dari material yang sama dari benda yang akan diuji. Dari hasil pengecoran tersebut akan dilakukan perlakuan panas guna menganalisis perubahan sifat mekanik dari hasil pengecoran dengan menggunakan cetakan aluminium. Perlakuan panas dilakukan dengan solution treatment pada temperatur  $560^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Dilanjutkan quenching menggunakan media air selama 10 detik. Kemudian artificial aging pada temperatur  $185^{\circ}\text{C}$  dengan variasi waktu tahan selama 1, 2 dan 3 jam. Hasil yang didapatkan dari proses perlakuan panas tersebut yaitu nilai kekerasan dan kekuatan tarik mengalami peningkatan, dimana nilai kekerasan tertinggi terdapat pada sampel uji yang diaging selama 3 jam yaitu sebesar 45,727 BHN. Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada sampel uji dengan aging selama 3 jam yaitu sebesar  $132,78 \text{ N/mm}^2$ . Pada Hasil pengujian impak mengalami penurunan dimana harga impak terendah terdapat pada sampel uji dengan aging selama 3 jam yaitu sebesar  $0,0534 \text{ J/mm}^2$ .

Kata kunci: aluminium panci, pengecoran ulang, cetakan aluminium, perlakuan panas, artificial aging



Diperiksa dan disetujui,  
Pembimbing Skripsi

  
Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T.  
NIP. 19590321 198703 1 001



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi sering dijumpai beberapa benda atau barang yang terbuat dari logam. Barang-barang tersebut antara lain peralatan rumah tangga, bahan bangunan, serta alat transportasi. Namun, dengan majunya industri logam, tidak dapat dipungkiri bahwa setiap produk manusia meski diproduksi dengan teknologi tinggi pasti akan rusak. Barang-barang dari logam yang tidak terpakai lagi akan menjadi limbah yang sulit dihancurkan secara alamiah.

Pengecoran ulang merupakan cara yang dilakukan untuk mengurangi banyaknya limbah dari penggunaan logam bekas sehingga dapat menghasilkan logam yang baru. Adapun pengecoran merupakan proses pencairan logam yang dituang kedalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin sampai membeku.

Pada penelitian ini digunakan aluminium panci bekas untuk proses pengecoran, dimana salah satu keuntungan, dari aluminium ialah mampu didaur ulang berkali-kali namun tidak menurunkan kualitas berarti dari aluminium tersebut. Mendaur ulang aluminium hanya mengkonsumsi energi sebesar 5% dari yang digunakan dalam memproduksi aluminium dan bahan tambang (Surdia & Chijiwa, 2006).

Aluminium merupakan salah satu logam, *non ferro* yang memiliki beberapa keunggulan, diantaranya ialah memiliki berat jenis yang ringan, ketahanan terhadap korosi, serta mampu cor dan bentuk yang baik. Adapun sifat dasar dari aluminium murni adalah memiliki sifat mampu cor yang baik dan juga memiliki sifat mekanik yang rendah. Unsur-unsur seperti Mg (magnesium), Si (silikon), Cu (tembaga), Mn (mangan), dapat digunakan

sebagai logam aluminium paduan yang dapat memperbaiki bahkan meningkatkan sifat mekanis dari logam tersebut (Surdia & Saito, 1999).

Adapun pengecoran kali ini menggunakan cetakan logam, dimana bahan dari cetakan logam tersebut terbuat dari material yang sama dari benda yang akan diuji. Cetakan logam atau cetakan tetap adalah cetakan yang dapat menghasilkan hasil coran dengan ketelitian ukuran coran yang sangat baik jika dibandingkan dengan menggunakan cetakan pasir, serta memiliki permukaan coran yang halus dan dapat menghasilkan struktur yang rapat. Secara metalurgi pengaruh pendinginan cetakan logam menghasilkan logam coran dengan butir-butir yang halus, sehingga memberikan kekuatan maksimum (Wibowo, Wijayanto, & Harjanto, 2013).

Berdasarkan hal tersebut akan dilakukan penelitian dari hasil pengecoran Aluminium dengan menggunakan cetakan yang terbuat dari bahan yang sama, Setelah itu akan dilakukan proses perlakuan panas dengan variasi waktu yang telah ditentukan, guna menganalisis sifat mekanik dari hasil pengecoran logam tersebut.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian yang berjudul **“PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA HASIL PENGECORAN ALUMINIUM PADUAN DENGAN MENGGUNAKAN CETAKAN ALUMINIUM TERHADAP SIFAT MEKANIK”**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini akan mendaur ulang aluminium bekas dengan cara melakukan pengecoran menggunakan cetakan aluminium dimana hasil coran akan dijadikan sebagai sampel uji penelitian dan akan diberikan perlakuan panas guna menganalisis sifat mekanik dari sampel uji tersebut.

### **1.3 Batasan Masalah**

Berikut ini batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Material yang digunakan yaitu paduan Aluminium bekas (panci).
2. Pembuatan cetakan tetap berbahan aluminium bekas (panci) dimana cetakan tersebut merupakan jenis cetakan tertutup.
3. Perlakuan panas dilakukan pada temperatur 540 °C selama 3 jam, *Quenching* dengan menggunakan air selama 10 detik serta dilakukan *Artifical Aging* pada temperatur 185°C selama 1,2 dan 3 jam.
4. Uji sifat mekanik menggunakan pengujian kekerasan, impak dan tarik.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang hendak diperoleh dari penelitian ini, yaitu :

1. Mengaplikasikan ilmu pengecoran logam dan perlakuan panas.
2. Menganalisis sifat mekanik dari hasil pengecoran aluminium bekas yang tidak mendapatkan perlakuan panas dan yang telah di berikan perlakuan panas dengan variasi waktu *aging* .

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu

1. Dapat mengaplikasikan proses pengecoran logam dan perlakuan panas.
2. Dapat menganalisis sifat mekanik dari hasil pengecoran aluminium dengan menggunakan pengujian kekerasan, impak dan tarik.
3. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan bagi peneliti berikutnya, khusus di bidang pengecoran logam dan perlakuan panas.

## **1.6 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan selama proses penulisan skripsi ini adalah studi literatur, pengujian laboratorium dan analisa data.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan terdiri dari bab-bab yang saling berkaitan dimana didalam babnya terdapat uraian maupun gambaran yang mencakup pembahasan skripsi ini secara keseluruhan. Adapun bab-bab tersebut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang teori dasar yang melandasi pembahasan skripsi ini serta data yang dapat mendukung dalam melakukan penelitian berdasarkan beberapa literatur.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang diagram penelitian, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, dan metode penelitian.

### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab yang terdiri dari data hasil yang didapat selama penelitian.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini mencakup kesimpulan dan saran yang merupakan rangkuman dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

## DAFTAR RUJUKAN

- ASM. (1990). *Properties and Selection: Nonferrous Alloy and Special Purpose*. United States of America.
- ASM. (1991). Heat Treating. *Steel Heat Treating Fundamentals and Processes*, 725–740. <https://doi.org/10.31399/asm.hb.v04a.a0005773>.
- ASM. (2000). *Mechanical Testing and Evaluation*. 8 ed. Materials Park, OH: ASM Handbook.
- Callister, W. D. (2001). *Fundamentals of Materials Science and Engineering*. 5 ed. United States: s.n.
- Capral Ltd. (2014). *capral/s Little Green Book. Volume 4* ed. Australia: Capral's Ltd.
- Haris, E., & Iswanto, P. T. (2012). Pengaruh Natural dan Artificial Aging Pada Velg Bahan A356. 0 Centrifugal Casting Dengan Variasi Putaran Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis. *Industrial Research Workshop and National Seminar 2012*.
- Hermawan, P. S., Purwanto, H., & Respati, S. M. B. (2013). Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Tuang pada Pengecoran SQUEEZE Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Produk Sepatu Kampas REM dengan Bahan Aluminium (Al) Slikon (Si) Daur Ulang. *Fakultas Teknik UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG*, 9(Oktober 2013), 10–15.
- Mulyanti, J. (2011). Pengaruh Temperatur Proses Aging Terhadap Karakteristik Material Komposit Logam Al-Sic Hasil Stircasting. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 2(2), 95–104.
- Pranata, D. E. M., Alfirano, & Mujiat, J. (2014). Analisis Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Paduan Al 2014 Hasil Proses Aging dengan Variasi Temperatur dan Waktu Tahan. *Jurnal Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*.
- Purwanto, H., & Mulyonorejo. (2012). PENGARUH PENGECORAN ULANG TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA ALUMINIUM COR DENGAN CETAKAN PASIR. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*. Retrieved from <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/view/85>.
- Raharjo, S., Abdillah, F., & Wanto, Y. (2011). Analisa Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Sifat Mekanik. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan*

- Teknologi Ke-2*, 2, 106–111. Retrieved from [https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING\\_SNST\\_FT/article/view/370](https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING_SNST_FT/article/view/370).
- Setyawan, S. (2006). Pengaruh Variasi Penambahan Tembaga ( Cu ) Dan Jenis Cetakan Pada Proses Pengecoran Terhadap Tingkat Kekerasan Paduan ALUMUNIUM SILIKON ( Al-Si ). *Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta*, 1–60.
- Surdia, T., & Chijiwa, K. (2006). *Teknik Pengecoran Logam* (9th ed.). Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Surdia, T., & Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Totten, G. E., & Mackenzie, D. S. (2003). *Handbook of Aluminum*. NEW YORK.BASEL: Marcel dekker, Inc.
- Wibowo, A. D., Wijayanto, D. S., & Harjanto, B. (2013). Pengaruh Variasi Jenis Cetakan Dan Penambahan Serbuk Dry Cell Bekas Terhadap Porositas Hasil Remelting Al-9%Si Berbasis Piston Bekas. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Mesin*, 1. Retrieved from <http://www.jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/ptm/article/view/1828/1330>.