

**SKRIPSI**  
**ANALISIS SIFAT MEKANIK HASIL PENGECORAN**  
**ALUMINIUM SKRAP YANG MENDAPAT**  
**PERLAKUAN PANAS**



**M SABILLI RACHMAN**  
**03051181520016**

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



**SKRIPSI**  
**ANALISIS SIFAT MEKANIK HASIL PENGECORAN**  
**ALUMINIUM SKRAP YANG MENDAPAT**  
**PERLAKUAN PANAS**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana**  
**Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH:**  
**M SABILLI RACHMAN**  
**03051181520016**

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



## **HALAMAN PENGESAHAN**

### **ANALISIS SIFAT MEKANIK HASIL PENGECORAN ALUMINIUM SKRAP YANG MENDAPAT PERLAKUAN PANAS**

#### **SKRIPSI**

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

**OLEH :**

**M. SABILLI RACHMAN  
03051181520011**



**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**

**Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001**

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

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



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

---

**Agenda :**  
**Diterima Tgl. :**  
**Paraf :**

**SKRIPSI**

**Nama : M SABILLI RACHMAN**  
**NIM : 03051181520016**  
**Jurusan : TEKNIK MESIN**  
**Judul Skripsi : ANALISIS SIFAT MEKANIK HASIL  
PENGECORAN ALUMINIUM SKRAP YANG  
MENDAPAT PERLAKUAN PANAS**  
**Dibuat Tanggal : 20 MEI 2019**  
**Selesai Tanggal : 08 AGUSTUS 2019**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



**Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D**  
**NIP. 19711225 199702 1 001**

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 “**Analisis Sifat Mekanik Hasil Pengecoran Aluminium Skrap yang Mendapat Perlakuan Panas**” 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. Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T., M.T**  
**NIP. 19891117 201504 2 003**

  
(.....)

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin

  
**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D**  
**NIP. 197112351997021001**

Pembimbing Skripsi,

  
**Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T**  
**NIP. 195903211987031001**



# HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : M Sabilli Rachman

NIM : 03051181520016

Judul : Analisis Sifat Mekanik Hasil Pengecoran Limbah Aluminium Skrap  
Yang Mendapat Perlakuan Panas

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri di dampingi 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 dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Agustus 2019



**M Sabilli Rachman**

**NIM. 03051181520016**



## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M Sabilli Rachman

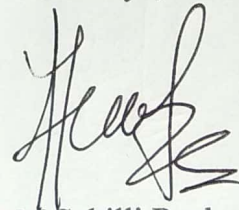
NIM : 03051181520016

Judul : Analisis Sifat Mekanik Hasil Pengecoran Aluminium Skrap Yang  
Mendapat Perlakuan Panas

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

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

Inderalaya, Juli 2019



M Sabilli Rachman

NIM. 03051181520016



# 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 “Analisis Sifat Mekanik Hasil Pengecoran Aluminium Skrap yang Mendapat Perlakuan Panas”, 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. Kedua Orang Tua yaitu Renny Maryani Amd.Farm dan M Sopian, serta saudara perempuan saya Indiani Lativasha dan Sophi Arinda beserta keluarga besar yang selalu membantu dalam hal moril maupun materil, selalu mendukung dan mendoakan selama proses perkuliahan sampai dengan selesai di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya ini.
2. Bapak Irsyadi Yani,S.T.,M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Prof. Dr. Ir. Nukman., M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini baik itu berupa dukungan, masukan, dan tentu ilmu yang sangat bermanfaat.
5. Seluruh staf pengajar Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, untuk semua ilmunya selama penulis menimba ilmu di Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;
6. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

7. Rekan seperjuangan Angkatan 2015 Teknik Mesin Universitas Sriwijaya baik itu kampus Indralaya maupun kampus Palembang.
8. Rendi Ismail, S.T sebagai sesama anak bimbingan papa yang selama ini telah merasakan suka duka menyelesaikan tugas akhir bersama.
9. Sobat-Sobat ISRAA, Ilyastommy H.S S.T , Rizky Bagus Pratama S.T, Alexsi S.T, Afif Risno Prayogo S.T yang selalu ada dari awal kuliah berbagi tawa, haru dan cerita. Serta Sahabat-Sahabat terdekat yaitu, Masbro Muhammad Fitrah S.Pd. T, Masayu Fitri Romadhiani, Jesslyn Almira, S.Si, Nabila Maulidiyah S.Pd, Selly Setio S.Pd, M Fajri Robiansyah dan semua teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

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

# RINGKASAN

## ANALISIS SIFAT MEKANIK HASIL PENGECORAN ALUMINIUM SKRAP YANG MENDAPAT PERLAKUAN PANAS

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 30 Juli 2019

M Sabilli Rachman

Dibimbing Oleh Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T.

xl + 54 halaman, 12 tabel, 20 gambar

Dengan semakin banyaknya penggunaan aluminium maka limbah aluminium juga menjadi semakin meningkat, salah satu contohnya adalah limbah aluminium skrap sisa manufaktur. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memanfaatkan kembali limbah skrap tersebut dengan cara mendaur-ulang menggunakan metode peleburan secara tidak langsung yaitu dengan sistem pembakaran secara tidak langsung dimana aluminium skrap dilebur didalam tungku krusibel dengan temperatur sekitar  $750^{\circ}\text{C}$  hingga mencair kemudian dicetak kedalam cetakan tertutup yang dibuat sendiri dari material yang sama dengan sampel hasil pengecoran yaitu aluminium skrap. Penelitian ini menggunakan aluminium skrap sebanyak 40 kg dimana sekitar 30 kg menjadi cetakan dan sampel uji serta sisanya sebesar 10 kg menjadi kerak / kotoran sisa. Setelah hasil pengecoran telah didapat sampel uji terlebih dahulu dibubut sesuai standar pengujian sifat mekanik kemudian sampel uji diberi perlakuan panas (*heat treatment*) yaitu dengan tahapan *age hardening* yang diawali dengan proses perlakuan perlarutan (*solution heat treatment*) pada temperatur  $540^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam didalam dapur pemanas (*furnace*) kemudian dilanjutkan dengan pendinginan kejut (*quenching*) di air selama 15 detik dan diakhiri dengan tahapan penuaan buatan (*artificial aging*) pada temperatur  $175^{\circ}\text{C}$  dengan variasi waktu tahan selama 2, 3, dan 4 jam. Setelah

tahapan perlakuan panas dilakukan pengujian sifat mekanik antara lain, pengujian kekerasan, tarik dan impak untuk dianalisis perubahan yang telah terjadi pada sampel uji tersebut. Dari pengujian komposisi kimia diketahui bahwa limbah aluminium skrap yang digunakan merupakan paduan aluminium (Al-Cu) dengan kandungan Aluminium (Al) sebesar 98,73% serta paduan utama Tembaga (Cu) sebesar 0,491%. Kemudian setelah dilakukan pengujian, Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada sampel yang *diaging* selama 4 jam sebesar 52,27 BHN sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada sampel yang tidak diberikan perlakuan panas sebesar 49.5667 BHN, kemudian dari hasil pengujian tarik, Nilai tegangan ultimated ( $\sigma_u$ ) dan tegangan patah ( $\sigma_f$ ) tertinggi terdapat pada sampel uji yang *diaging* selama 4 jam yaitu sebesar 167,492 MPa dan 137,055 MPa, Sedangkan untuk nilai tegangan ultimated ( $\sigma_u$ ) dan tegangan patah ( $\sigma_f$ ) terendah terdapat pada sampel uji yang *diaging* selama 2 jam sebesar 126,378 Mpa dan 88,774 Mpa. Nilai regangan ( $e$ ) tertinggi terdapat pada sampel uji yang *diaging* selama 4 jam sebesar 14,67%, sedangkan untuk nilai regangan ( $e$ ) terendah terdapat pada sampel uji tanpa perlakuan sebesar 12%. Terakhir dari pengujian impak harga impak tertinggi terdapat pada sampel tanpa perlakuan yaitu sebesar 0,13063 J/mm<sup>2</sup>, dan nilai harga impak terendah terdapat pada sampel uji yang *diaging* selama 4 jam yaitu sebesar 0,07133 J/mm<sup>2</sup>. Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan berbanding lurus dengan nilai kekuatan tarik namun berbanding terbalik dengan besarnya nilai harga impak dimana nilai kekerasan dan kekuatan tarik mengalami peningkatan setelah diberi perlakuan panas T6 sedangkan nilai harga impak mengalami penurunan, hal tersebut terjadi karena semakin besar nilai kekerasan suatu material maka akan semakin getas suatu material. Oleh karena itu pembentukan presipitat pada matriks aluminium ketika proses *aging* diharapkan mampu menghambat pergerakan dislokasi sehingga meningkatkan sifat mekanis dari sampel yang diuji.

**Kata kunci:** pengecoran ulang, cetakan aluminium, perlakuan panas, artificial aging, pengujian sifat mekanik

# SUMMARY

## ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES OF SCRAP ALUMINUM RESULTSTHAT RECEIVE HEAT TREATMENT

Scientific writing in the form of a thesis, July 30<sup>th</sup>, 2019

M Sabilli Rachman

Supervised by Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T.

xl + 54 pages, 12 tables, 20 pictures

Because of the increasing use of aluminum, so that aluminum waste is also increasing, one of the examples is scrap aluminum waste from manufacturing waste. The purpose of this research to reuse the scrap waste by recycling that used the indirect smelting method, which is by using an indirect combustion system which the scrap aluminum was melted in a crucible furnace with a temperature about 750<sup>o</sup>C until melted and then it was molded into a self-made closed mold from the same material as the casting sample, which was scrap aluminum. This research used scrap aluminum as much as 45 kg which around 30 kg became mold and test sample and the remaining as much as 12 kg became residual crust/dirt. After the casting results which had been obtained, the test sample was conducted first according to the mechanical properties testing standard, then the test sample was given a heat treatment, which was the age hardening stage that began with the solution heat treatment at a temperature of 540<sup>o</sup>C for 2 hours in the furnace then it was continued with quenching on the water for 15 seconds and ended with the stages of artificial aging at a temperature of 175<sup>o</sup>C with a variation of holding time for 2, 3, and 4 hours. After the heat treatment stage was conducted with the mechanical properties testing such as, hardness testing, tensile testing and impact testing were analyzed for the changes that had occurred in the test sample. Then

based on the chemical composition testing it was known that scrap aluminum waste that was used namely aluminum alloy (Al-Cu) with Aluminum content (Al) of 98.73% and main alloy of Copper (Cu) of 0.491%. Then after conducting the test it could be seen that the highest hardness value was found in the sample which had been treated for 4 hours as much as 52.27 BHN while the lowest hardness value was found in the sample that wasn't given heat treatment as much as 49.5667 BHN, these were directly proportional to the tensile test which the results of tensile testing could be seen that the highest values of ultimate voltage ( $\sigma_u$ ) and fracture voltage ( $\sigma_f$ ) were found in the test sample which was treated for 4 hours which were 167,492 MPa and 137,055 MPa while for the lowest value of ultimate voltage ( $\sigma_u$ ) and fracture voltage ( $\sigma_f$ ) were found in the test samples which was treated for 2 hours which were 126,378 MPa and 88,774 MPa. The highest strain value ( $\epsilon$ ) was found in the test sample that got aging for 4 hours which was 14.67%, while for the lowest strain value ( $\epsilon$ ) was found in the non heat treatment test sample which was 12%. Then based on the impact test it could be seen that the highest impact price was found in the untreated sample as much as 0.13063 J/mm<sup>2</sup>, and the lowest impact price value was found in the test sample which was treated for 4 hours as much as 0.07133 J/mm<sup>2</sup>. Based on the tests that had been conducted it could be concluded that the value of hardness was directly proportional to the value of tensile strength but it was inversely proportional to the value of the impact price which the value of hardness and tensile strength had increased after being given heat treatment T6 while the value of impact price had decreased, these occurred because the greater the hardness value of a material, the more brittle the material. Therefore the formation of precipitates in the aluminum matrix during the aging process is expected to be able to inhibit the movement of dislocations so that increasing the mechanical properties of the samples tested.

**Keywords :** re-casting, aluminum mold, heat treatment, artificial aging, mechanical properties testing

# DAFTAR ISI

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| DAFTAR ISI.....                         | xix       |
| DAFTAR GAMBAR .....                     | xxi       |
| DAFTAR TABEL .....                      | xxiii     |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>           | <b>1</b>  |
| 1.1    Latar Belakang .....             | 1         |
| 1.2    Rumusan Masalah .....            | 3         |
| 1.3    Batasan Masalah.....             | 3         |
| 1.4    Tujuan Penelitian .....          | 4         |
| 1.5    Manfaat Penelitian .....         | 4         |
| 1.6    Metodologi Penelitian .....      | 4         |
| 1.7    Sistematika Penulisan .....      | 5         |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>     | <b>7</b>  |
| 2.1    Aluminium.....                   | 7         |
| 2.1.1    Sifat Aluminium .....          | 8         |
| 2.1.2    Penggolongan Aluminium.....    | 10        |
| 2.2    Pengecoran .....                 | 14        |
| 2.3    Cetakan.....                     | 14        |
| 2.3.1    Cetakan Permanen.....          | 15        |
| 2.3.2    Cetakan Non Permanen .....     | 16        |
| 2.4    Perlakuan Panas.....             | 16        |
| 2.5    Pengujian Sifat Mekanik .....    | 21        |
| 2.5.1    Pengujian Kekerasan .....      | 21        |
| 2.5.2    Pengujian Tarik .....          | 23        |
| 2.5.3    Pengujian Impak .....          | 24        |
| <b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b> | <b>27</b> |
| 3.1    Diagram Alir Penelitian.....     | 27        |
| 3.2    Tempat dan Waktu Penelitian..... | 28        |
| 3.3    Alat dan Bahan Penelitian .....  | 28        |
| 3.4    Prosedur Penelitian .....        | 30        |
| 3.5    Peleburan Aluminium Skrap.....   | 30        |

|                                        |                                       |           |
|----------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
| 3.6                                    | Pembuatan Cetakan.....                | 31        |
| 3.7                                    | Pengecoran Sampel.....                | 31        |
| 3.8                                    | Proses Perlakuan Panas .....          | 32        |
| 3.9                                    | Pengujian Sifat Mekanik .....         | 33        |
| 3.9.1                                  | Prosedur Pengujian Kekerasan .....    | 33        |
| 3.9.2                                  | Prosedur Pengujian Tarik.....         | 34        |
| 3.9.3                                  | Prosedur Pengujian Impak .....        | 35        |
| 3.9.4                                  | Pengujian Komposisi Kimia .....       | 36        |
| 3.10                                   | Analisa dan Pengolahan Data .....     | 37        |
| 3.11                                   | Hasil yang di Harapkan .....          | 37        |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b> |                                       | <b>39</b> |
| 4.1                                    | Hasil Pengujian Komposisi Kimia ..... | 39        |
| 4.2                                    | Pengujian Kekerasan .....             | 39        |
| 4.2.1                                  | Data Hasil Pengujian Kekerasan.....   | 41        |
| 4.3                                    | Pengujian Tarik .....                 | 44        |
| 4.3.1                                  | Data Hasil Pengujian Tarik.....       | 45        |
| 4.4                                    | Pengujian Impak .....                 | 48        |
| 4.4.1                                  | Data Hasil Pengujian Impak .....      | 49        |
| 4.5                                    | Analisa Data.....                     | 50        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b> |                                       | <b>53</b> |
| 5.1                                    | Kesimpulan.....                       | 53        |
| 5.2                                    | Saran.....                            | 54        |
| DAFTAR RUJUKAN.....                    |                                       | i         |
| LAMPIRAN.....                          |                                       | i         |

# DAFTAR GAMBAR

|            |                                                                                                                   |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 | Limbah Skrap Potongan Aluminium.....                                                                              | 8  |
| Gambar 2.2 | Diagram Fasa Al-Cu.....                                                                                           | 12 |
| Gambar 2.3 | Contoh Kurva Tahapan Age Hardening .....                                                                          | 19 |
| Gambar 2.4 | Hasil Analisa Struktur Mikro .....                                                                                | 19 |
| Gambar 2.5 | Indentor Pengujian Brinell .....                                                                                  | 22 |
| Gambar 2.5 | Prinsip Kerja Pengujian Tarik .....                                                                               | 24 |
| Gambar 2.6 | Ilustrasi Pengujian Impak .....                                                                                   | 25 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Penelitian.....                                                                                      | 27 |
| Gambar 3.2 | Tungku Peleburan.....                                                                                             | 30 |
| Gambar 3.3 | Sketsa Cetakan Aluminium.....                                                                                     | 31 |
| Gambar 3.4 | Tahapan Heat Treatment Pada Sampel Uji .....                                                                      | 33 |
| Gambar 3.5 | Dimensi Sampel Uji Tarik Standar JIS Z 2201... ..                                                                 | 35 |
| Gambar 3.6 | Dimensi Sampel Uji Impak Standar JIS Z 2201... ..                                                                 | 36 |
| Gambar 4.1 | Sampel uji Uji Kekerasan (Brinell) .....                                                                          | 40 |
| Gambar 4.2 | Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan (BHN) Aluminium Non<br>Heat-Treatment, Aging 2, 3 dan 4 Jam.....              | 44 |
| Gambar 4.3 | Sampel Uji Tarik .....                                                                                            | 44 |
| Gambar 4.4 | Grafik Perbandingan Nilai Rata-Rata Tegangan Ultimate ( $\sigma_u$ )<br>dan Tegangan Fracture ( $\sigma_f$ )..... | 47 |
| Gambar 4.5 | Grafik Perbandingan Nilai Rata-Rata Regangan ( $\epsilon$ ).. ..                                                  | 47 |
| Gambar 4.6 | Sampel Uji Impak.....                                                                                             | 48 |
| Gambar 4.7 | Grafik Perbandingan Nilai Harga Impak Aluminium Non-Heat<br>Treatment, Aging 2, 3 dan 4 Jam .....                 | 50 |



## DAFTAR TABEL

|           |                                                             |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 | Sifat Fisik Aluminium.....                                  | 10 |
| Tabel 2.2 | Sifat Mekanik Aluminium.....                                | 10 |
| Tabel 2.3 | Klasifikasi Paduan Aluminium Tempaan .....                  | 11 |
| Tabel 3.1 | Data Variasi dan Jumlah Sampel Uji Keseluruhan .....        | 32 |
| Tabel 4.1 | Hasil Uji Komposisi Kimia.....                              | 39 |
| Tabel 4.2 | Data Pengujian Kekerasan Aluminium Non Heat Treatment ..... | 41 |
| Tabel 4.3 | Data Pengujian Kekerasan Aluminium yang di Aging 2 Jam..... | 42 |
| Tabel 4.4 | Data Pengujian Kekerasan Aluminium yang di Aging 3 Jam..... | 42 |
| Tabel 4.5 | Data Pengujian Kekerasan Aluminium yang di Aging 4 Jam..... | 43 |
| Tabel 4.6 | Data Awal Hasil Pengujian Tarik.....                        | 45 |
| Tabel 4.7 | Data Akhir Hasil Pengujian Tarik.....                       | 46 |
| Tabel 4.8 | Data Hasil Pengujian Impak Sampel Uji.....                  | 49 |

# ANALISIS SIFAT MEKANIK HASIL PENGECORAN ALUMINIUM SKRAP YANG MENDAPAT PERLAKUAN PANAS

Nukman<sup>\*</sup>, M Sabilli Rachman

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

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

## ABSTRAK

*Dengan semakin banyak penggunaan aluminium maka limbah aluminium juga semakin meningkat, salah satunya adalah limbah aluminium skrap sisa manufaktur. Tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan kembali limbah skrap dengan mendaur-ulang menggunakan metode peleburan secara tidak langsung yaitu dengan sistem pembakaran secara tidak langsung dimana aluminium dilebur didalam tungku krusibel dengan temperatur sekitar 750°C hingga mencair kemudian dicetak kedalam cetakan tertutup yang terbuat dari material yang sama dengan hasil pengecoran. Kemudian sampel diberi heat treatment dengan tahapan age hardening yang diawali dengan solution treatment pada temperatur 540°C selama 2 jam didalam dapur pemanas yang dilanjutkan dengan quenching di air selama 15 detik dan diakhiri dengan artificial aging pada temperatur 175°C dengan variasi waktu tahan selama 2, 3, dan 4 jam. Setelah itu dilakukan pengujian sifat mekanik seperti pengujian kekerasan, tarik dan impak untuk dianalisis perubahan yang telah terjadi. Dari hasil pengujian komposisi, aluminium skrap yang digunakan merupakan paduan aluminium Al-Cu dengan kandungan Al sebesar 98,73% dan Cu sebesar 0,491%. Dari pengujian terlihat bahwa nilai kekerasan dan kekuatan tarik berbanding terbalik dengan nilai harga impak dimana nilai kekerasan dan kekuatan tarik mengalami peningkatan setelah diberi perlakuan panas T6 sedangkan nilai harga impak mengalami penurunan. Nilai kekerasan dan kekuatan tarik tertinggi terdapat pada sampel yang diaging selama 4 jam sebesar 52,27 BHN dan 167,49 MPa. sedangkan nilai harga impak terendah terdapat pada sampel uji yang diaging selama 4 jam yaitu sebesar 0,07133 J/mm<sup>2</sup>.*

**Kata kunci:** pengecoran ulang, cetakan aluminium, heat treatment, artificial aging, pengujian sifat mekanik

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,  
  
**Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D**  
**NIP. 19711225 199702 1 001**

Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi,



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

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada zaman modern seperti sekarang ini manusia dituntut melakukan rekayasa teknik untuk memenuhi kebutuhan maupun keinginan yang semakin kompleks seperti halnya rekayasa dan proses perlakuan pada suatu logam sehingga logam merupakan unsur yang sangat penting dalam membuat dan membangun sebuah konstruksi serta bahan produksi dikarenakan logam merupakan suatu elemen dasar. Salah satu unsur logam yang sering kali digunakan dalam produksi dan konstruksi yaitu aluminium. (Mulyadi & Halawa, 2011)

Aluminium termasuk salah satu logam yang ringan serta memiliki sifat-sifat fisik dan mekanik yang cukup baik, lalu kekuatan tarik yang cukup tinggi, tahan terhadap korosi, *formability* yang baik dan juga bersifat konduktor baik atau penghantar listrik dan panas yang baik oleh karena itu sering kali digunakan di bidang teknik contohnya pada struktur pesawat. Aluminium menempati urutan ketiga dari unsur-unsur dalam kerak bumi setelah oksigen ( $O_2$ ) dan silikon (Si). Selanjutnya aluminium memiliki sifat fisik hantaran listrik yang tinggi dimana hantaran listrik aluminium kira-kira sebesar 65% dari hantaran listrik tembaga (Cu), tetapi massa jenisnya diperkirakan sepertiganya memungkinkan untuk memperluas penampangnya, karena hal itulah aluminium dapat dimanfaatkan untuk kabel tembaga, lalu ketahanan korosi dapat berubah kemurniannya, umumnya untuk tingkat kemurnian 99% atau lebih dapat dipergunakan di udara dan tahan dalam bertahun-tahun. (Qohar et al., 2017)

Dengan terus berkembangnya kemajuan ilmu di bidang teknologi, limbah-limbah hasil penggunaan aluminium yang tidak dapat digunakan lagi dapat didaur ulang (*remelting*). Salah satu metode atau cara pendaur-ulangan yang sangat sering dipakai merupakan metode pengecoran atau peleburan (*casting*). Pada saat

proses peleburan, logam dipanaskan sampai melewati titik cairnya setelah itu dilanjutkan dengan tahap penuangan logam cair ke dalam cetakan. Salah satu sistem pembakaran dalam peleburan aluminium yang sering digunakan adalah secara langsung, semburan api diarahkan ke aluminium bekas yang berada dalam tungku berdinding semen tahan api. Dengan sistem pembakaran ini, sebagian besar kotoran yang menempel pada permukaan logam akan terbakar. Selain itu, beberapa unsur kimia telah terbakar, sehingga menaikkan kemurnian logam. (Nukman et al., 2018). sedangkan dalam penelitian ini sistem pembakaran yang digunakan secara tidak langsung, dimana aluminium dilebur didalam tungku pembakaran dengan semburan api dari bawah.

Pengecoran logam merupakan proses dimana logam dicairkan pada temperatur tertentu lalu logam cair tersebut dituangkan ke dalam cetakan sehingga mengisi rongga cetakan yang kemudian dibiarkan hingga membeku untuk menghasilkan produk dengan bentuk yang mendekati bentuk produk jadi. Sedangkan perlakuan panas merupakan proses kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat yang bertujuan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu.

Pada penelitian ini perbedaan terletak pada cetakan yang digunakan, dimana cetakan yang digunakan merupakan cetakan yang terbuat dari aluminium scrap juga. Kemudian diisi dengan menggunakan material aluminium tersebut untuk di cor kemudian akan di analisa dan di uji sifat mekaniknya, yaitu dengan pengujian kekerasan, tarik, dan impak. Sampel uji hasil coran yang telah jadi dibubut terlebih dahulu sesuai standar benda uji untuk pengujian dan kemudian sampel uji tersebut diberi perlakuan panas untuk aluminium yaitu tahapan *age hardening* dengan metode *artificial aging*.

Atas dasar tersebut penulis mencoba dan berusaha semaksimal mungkin untuk mengambil tugas akhir/skripsi: **“ANALISIS SIFAT MEKANIK HASIL PENGECORAN ALUMINIUM SKRAP YANG MENDAPAT PERLAKUAN PANAS”**

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini akan dirumuskan dengan beberapa masalah yang menjadi acuan dalam penelitian ini. Rumusan masalah tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana memanfaatkan aluminium skrap dengan cara pengecoran ulang.
2. Bagaimana pembuatan cetakan aluminium yang dibuat sendiri untuk pengecoran logam aluminium skrap.
3. Bagaimana sifat mekanik sampel uji yang mendapatkan *Heat-Treatment* dan *Non Heat-Treatment* terhadap pengujian kekerasan, tarik, impak serta komposisi kimia.

## 1.3 Batasan Masalah

Banyaknya permasalahan yang timbul maka diperlukan pembatasan masalah. Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Bahan baku serta cetakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium skrap yang tidak dipakai lagi.
2. Proses peleburan yang digunakan pada pengecoran ini yaitu dengan menggunakan metode peleburan aluminium secara tidak langsung.
3. Proses perlakuan panas pada sampel uji menggunakan tahapan *age hardening* yang diakhiri dengan *artificial aging* (penuaan buatan) pada temperatur 175°C dengan variasi waktu tahan selama 2, 3 dan 4 jam.
4. Pengujian yang dilakukan yaitu kekerasan, tarik dan impak serta komposisi kimia.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian skripsi ini antara lain sebagai berikut :

1. Mengaplikasikan ilmu pengetahuan proses pengecoran aluminium baik itu proses pembuatan cetakan hingga pengecoran sampel uji.
2. Menganalisis sifat mekanik hasil pengecoran sampel uji dengan pengujian kekerasan, tarik, dampak dan komposisi kimia.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Dapat memanfaatkan aluminium scrap.
2. Mengaplikasikan proses pengecoran logam dan pembuatan cetakannya.
3. Menganalisis karakteristik tiap-tiap sampel uji yang diuji melalui pengujian kekerasan, tarik, dan dampak baik itu sampel uji yang *heat-treatment* maupun *non heat-treatment*.
4. Dapat dijadikan acuan bagi peneliti berikutnya, khusus dibidang pengecoran kedalam cetakan aluminium dan perlakuan panas terhadap aluminium.

#### 1.6 Metode Penelitian

Dalam proses pembuatan skripsi ini penulis mendapatkan sumber dengan menggunakan beberapa metode antara lain sebagai berikut:

1. Studi Lapangan  
Pada metode ini penulis mendapatkan data-data hasil penelitian dengan studi lapangan seperti menguji dan mengambil data di Laboratorium

Material Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil serta di PT. Pupuk Sriwijaya.

## 2. Literatur

Pada metode literatur penulis mempelajari serta mengambil data dari berbagai macam jurnal, literatur, referensi dan media elektronik.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Pada penulisan skripsi ini, sistematika penulisan terdiri dari bab-bab yang berkaitan satu sama lain dimana di setiap babnya terdapat gambaran serta uraian yang akan mencakup pembahasan skripsi ini secara keseluruhan yaitu :

#### **BAB 1            PENDAHULUAN**

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

#### **BAB 2            TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi pembahasan tentang teori dasar yang melandasi pembahasan skripsi dan data yang mendukung dalam melakukan penelitian berdasarkan literatur.

#### **BAB 3            METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi pembahasan tentang diagram alir penelitian, waktu dan tempat pelaksanaannya, alat dan bahan yang digunakan, serta metode penelitian yang dilakukan.

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

Bab ini berisi hasil dan pembahasan dari data yang didapat dari pengujian yang dilakukan selama penelitian.

**BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian serta saran yang membangun tentang penelitian yang telah dilakukan.

## DAFTAR RUJUKAN

- ASM. (1990). *Properties and Selection: Nonferrous Alloy and Special Purpose*. United States of America.
- ASM. (2000). *Mechanical testing and evaluation* (8th ed.). Materials Park: OH: ASM Handbook.
- Callister, W. . (2001). *Fundamentals of Materials Science and Engineering* (5th ed.). United States: s.n.
- Capral, Ltd. (2015). *capral/s Little Green Book*. Australia: Capral's Ltd
- Hidayanto, B., Wardoyo, A., & Darojad, W. (2018). PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TUANG PADA PENGECORAN DAUR ULANG Al-Si TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN DENGAN POLA LOST FOAM, *IV*(1), 45–49.
- Junus, S., Zulfia, A., Melisa, & Mariani, L. (2014). PENGARUH WAKTU AGING TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO KOMPOSIT Al-Si-Mg / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> DENGAN METODE STIR CASTING. *Jurnal ROTOR*, 7(2), 6–9.
- Mulyadi, S., & Halawa, F. (2011). Karakterisasi Sifat Mekanis Kaleng Minuman (Larutan Lasegar, Pocari Sweat Dan Coca Cola). *Ilmu Fisika*, 3(2), 68–74. Retrieved from <http://www.ejournal.unud.ac.id/abstrak/j-kim-4-2-10.pdf>,
- Purwanto, H., & Mulyonorejo. (2010). Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Pada Aluminium Cor Dengan Cetakan Pasir. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*.
- Qohar, A., Sugita, I. K. G., & Lokantara, I. P. (2017). Pengaruh Permeabilitas dan Temperatur Tuang Terhadap Cacat dan Densitas Hasil Pengecoran Aluminium Silikon ( Al-Si ) Menggunakan Sand Casting, 6(1).
- Respati, S. M. B., Purwanto, H., Mauluddin, M. S., Program, L., Teknik, S., Fakultas, M., ... Semarang, H. (1998). Pengaruh tekanan dan temperatur cetakan terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil pengecoran pada material aluminium daur ulang.
- Setyawan, S. (2006). PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN TEMBAGA ( Cu ) DAN JENIS CETAKAN PADA PROSES PENGECORAN TERHADAP TINGKAT KEKERASAN PADUAN ALUMUNIUUM SILIKON ( Al-Si ), 1–60.

- Sinaga, R. (1998). Meningkatkan Sifat Mekanik Bahan Aluminium Paduan Al-Mg-Si, 20–21.
- Surdia, T., & chijiwa, kenji. (2006). *Teknik pengecoran logam* (9th ed.). Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Surdia, T., & Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik* (Vol. 4). Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Totten, G. E., & Mackenzie, D. S. (2003). [*George\_E.\_Totten,\_D.\_Scott\_MacKenzie*]*\_Handbook\_of(BookFi.org)*.
- 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.
- Zulfia, A., Juwita, R., Uliana, A., Jujur, I. N., & Raharjo, J. (2013). Proses Penuaan (Aging) pada Paduan Aluminium AA 333 Hasil Proses Sand Casting. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(1), 13–20. <https://doi.org/10.9744/jtm.12.1.13-20>