

**PROYEK AKHIR**

**RANCANG BANGUN CETAKAN *INJECTION*  
*MOLDING* SEBAGAI UPAYA DAUR ULANG  
ALUMINIUM**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh:

**AMADEUS RENALDY**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2024**

**PROYEK AKHIR**

**RANCANG BANGUN CETAKAN *INJECTION*  
*MOLDING* SEBAGAI UPAYA DAUR ULANG  
ALUMINIUM**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh

**AMADEUS RENALDY  
NIM. 2115213087**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN CETAKAN *INJECTION MOLDING*  
SEBAGAI UPAYA DAUR ULANG ALUMINIUM**


Oleh

**AMADEUS RENALDY**  
NIM. 2115213087

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan  
Program D3 Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I



**Dr. I Putu Gede Sopan Rahtika, BS., MS.**  
NIP. 197203012006041025

Pembimbing II



**Risa Nurin Baiti, S.T., M.T.**  
NIP. 199202162020122006

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg**  
NIP. 196609241993031003

## LEMBAR PERSETUJUAN

### RANCANG BANGUN CETAKAN *INJECTION MOLDING* SEBAGAI UPAYA DAUR ULANG ALUMINIUM

Oleh

**AMADEUS RENALDY**

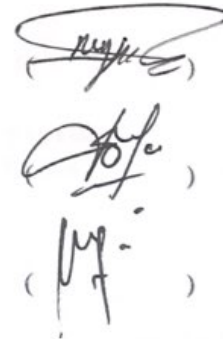
NIM. 2115213087

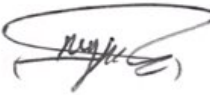

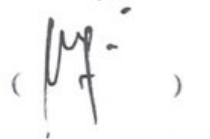
Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai proyek akhir pada hari/tanggal:  
Selasa, 20 Agustus 2024

#### Tim Penguji

Penguji I NIP	: Dr. M. Yusuf, S.Si, M.Erg : 197511201999031003
Penguji II NIP	: I Wayan Suastawa S.T., M.T. : 197809042002121001
Penguji III NIP	: Ketut Bangse, S.T., M.T. : 196612131991031003

#### Tanda Tangan



(  )  
(  )  
(  )

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amadeus Renaldy

NIM : 2115213087

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Cetakan *Injection Molding* Sebagai  
Upaya Daur Ulang Aluminium

Dengan ini menyatakan bahwa Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 20 Agustus 2024  
Yang membuat pernyataan



**Amadeus Renaldy**  
NIM. 2115213087

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiyanta, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak I Wayan Suastawa, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin
5. Bapak Dr. I Putu Gede Sopan Rahtika, BS., MS., selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Ibu Risa Nurin Baiti, S.T., M.T., sekali dosen pembimbing II yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staff akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2024 yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali

Badung, 20 Agustus 2024  
Amadeus Renaldy

## ABSTRAK

Penggunaan aluminium sebagai bahan dasar terus meningkat karena aluminium sangat umum dan mudah ditemukan di mana-mana, seperti dalam kaleng minuman, bagian mobil, pesawat, kereta api, dan perabot rumah tangga. Sampah aluminium adalah sampah yang padat dan sulit diurai oleh lingkungan. Logam aluminium membutuhkan waktu 80 hingga 100 tahun untuk terurai, jadi penumpukan aluminium bekas yang tidak diolah dapat mengotori lingkungan. Dalam proyek akhir ini penulis memilih “Rancang Bangun Cetakan *Injection Molding* sebagai Upaya Daur Ulang Aluminium”. Penulis ingin membuat rancang bangun ini karena pada saat ini penggunaan bahan daur ulang aluminium sebagai produk cetakan *injection molding* masih jarang ditemukan. Dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis sampah aluminium terhadap nilai kekerasan produk hasil cor. Pengujian kekerasan Brinell dilakukan untuk mengukur kekerasan bahan hasil peleburan aluminium bekas menggunakan cetakan pasir. Salah satu sifat mekanik suatu material adalah kekerasan, yang harus diketahui. Ini terutama berlaku untuk material yang akan mengalami kekuatan pergeseran saat digunakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekerasan rata-rata material adalah sebesar  $69,31 \text{ HB} \pm 3,02$ . Bahwa nilai kekerasan aluminium daur ulang lebih rendah daripada aluminium di awal pemakaian. Hal ini disebabkan oleh kombinasi dari perubahan mikrostruktur akibat pemanasan berulang, adanya zat aditif dan pengotor, serta efek dari perlakuan panas dan pendinginan terbuka. Pengujian metalografi dilakukan untuk mengevaluasi struktur mikro material hasil peleburan aluminium bekas menggunakan cetakan pasir. Dalam pengujian ini, larutan etsa yang digunakan terdiri dari 100 ml air dan 20 g natrium hidroksida. Hasil gambar metalografi pada bahan daur ulang aluminium menunjukkan adanya unsur silikon (Si) yang berdiri sendiri serta paduan tembaga aluminium ( $\text{CuAl}_2$ ). Berdasarkan referensi, kaleng minuman terbuat dari paduan aluminium 3104-H19, dengan unsur paduan Si sebesar 0,61%, Fe 0,8%, dan Cu dalam rentang 0,05%-0,25%. Gambar struktur mikro ini sesuai dengan referensi yang diacu.

**Kata kunci:** *aluminium, cetakan, injection molding, rancang bangun, dan daur ulang.*



**INJECTION MOLD DESIGN  
MOLDING AS A RECYCLING EFFORT  
ALUMINIUM**

**ABSTRACT**

*The use of aluminum as a base material is constantly increasing because aluminum is very common and easy to find everywhere, such as in beverage cans, car parts, airplanes, trains, and household furniture. Aluminum waste is solid waste and is difficult for the environment to decompose. Aluminum metal takes 80 to 100 years to decompose, so the accumulation of untreated scrap aluminum can pollute the Environment. In this final project, the author chose "Design and Build Injection Molding Molds as an Aluminum Recycling Effort". The author wants to make this design because at this time the use of recycled aluminum materials as injection molding molding products is still rare. And the purpose of this study is to determine the influence of the type of aluminum waste on the hardness value of cast products. Brinell hardness testing was carried out to measure the hardness of materials resulting from used aluminum smelting using sand molds. One of the mechanical properties of a material is its hardness, which should be known. This is especially true for materials that will experience shifting forces when in use. The test results showed that the average hardness of the material was  $69.31 \text{ HB} \pm 3.02$ . That the hardness value of recycled aluminum is lower than that of aluminum at the beginning of its use. This is due to a combination of microstructural changes due to repeated heating, the presence of additives and impurities, and the effects of heat treatment and open cooling. Metallographic testing was carried out to evaluate the microstructure of the material resulting from the smelting of scrap aluminum using sand molds. In this test, the etching solution used consisted of 100 ml of water and 20 g of sodium hydroxide. The results of the metallographic images on the recycled aluminum material show the presence of a stand-alone silicon (Si) element and an aluminum copper alloy ( $\text{CuAl}_2$ ). Based on the reference, the beverage cans are made of aluminum alloy 3104-H19, with alloys of Si of 0.61%, Fe 0.8%, and Cu in the range of 0.05%-0.25%. This microstructure image corresponds to the reference reference.*

**Keywords:** *aluminum, molding, injection molding, design, and recycling.*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul Rancang Bangun Cetakan *Injection Molding* Sebagai Upaya Daur Ulang Aluminium. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 20 Agustus 2024  
Amadeus Renaldy

## DAFTAR ISI

PROYEK AKHIR .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan Umum .....	3
1.4.2 Tujuan Khusus .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Manfaat Bagi Penulis .....	4
1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali .....	4
1.5.3 Manfaat Bagi Pengguna .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Pengertian Daur Ulang Aluminium.....	5
2.1.1 Macam – macam proses daur ulang aluminium.....	5
2.1.2 Daur ulang aluminium untuk keberlanjutan industri.....	6
2.1.3 Kualitas hasil daur ulang aluminium.....	6
2.2 Cetakan <i>Injection Molding</i> .....	7

2.2.1	Prinsip kerja <i>injection molding</i> .....	7
2.2.2	Komponen-komponen utama dalam proses <i>injection molding</i> .....	8
2.2.3	Macam – macam bahan cetakan <i>injection molding</i> .....	9
2.3	Metode Pengecoran Pasir .....	10
2.3.1	Prinsip kerja metode pengecoran pasir .....	10
2.3.2	Proses-proses kunci dalam metode pengecoran pasir .....	12
2.4	Keberlanjutan dalam Industri Manufaktur .....	17
2.4.1	Pentingnya integrasi praktik berkelanjutan dalam industri .....	17
2.4.2	Tantangan yang dihadapi oleh industri manufaktur terkait keberlanjutan	17
2.4.3	Peran inovasi dalam mencapai keberlanjutan dalam konteks industri manufaktur.....	18
2.5	Penggunaan Aluminium dalam Proses <i>Injection Molding</i> .....	18
2.5.1	Tinjauan mengenai peran aluminium dalam pembuatan cetakan <i>injection molding</i> .....	18
2.5.2	Keunggulan dan karakteristik khusus aluminium sebagai bahan cetakan	18
2.5.3	Dampak lingkungan dari penggunaan aluminium dalam industri manufaktur.....	19
2.6	Rumus Perhitungan Volume Bahan Baku Cor .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>21</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	21
3.1.1	Model Rancangan Yang Diusulkan .....	21
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	22
3.3.1	Lokasi Penelitian.....	23
3.3.2	Waktu Penelitian.....	23
3.4	Penentuan Sumber Data .....	23
3.5	Sumber Daya Penelitian .....	23
3.6	Prosedur Penelitian .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>25</b>
4.1	Hasil Penelitian.....	25
4.1.1	Persiapan bahan.....	25
4.1.2	Pembuatan kotak cetakan pasir .....	26
4.1.3	Persiapan campuran pasir untuk cetakan .....	28
4.1.4	Pembuatan master cetakan menggunakan mesin CNC dan MDF.....	30
4.1.5	Pembentukan cetakan menggunakan kotak pasir.....	32

4.1.6	Peleburan aluminium .....	33
4.1.7	Penuangan aluminium cair.....	34
4.1.8	Pendinginan dan pembongkaran cetakan.....	35
4.1.9	Pembersihan dan penyelesaian.....	36
4.2	Pembahasan .....	37
4.2.1	Pemilihan bahan.....	37
4.2.2	Pemilihan komposisi pasir .....	38
4.2.3	Peleburan aluminium dengan tungku lebur dan <i>blower</i> .....	38
4.2.4	Pengujian kekerasan brinell .....	39
4.2.5	Pengujian metalografi .....	41
4.2.6	Hasil pengujian lelehan menggunakan cetakan <i>injection molding</i> dengan bahan HDPE.....	42
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>44</b>
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>46</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>49</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu penelitian .....	23
Tabel 4. 1 Perbandingan campuran pasir .....	28
Tabel 4. 2 Perbandingan nilai kekerasan .....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Cetakan sampel uji tarik.....	21
Gambar 3. 2 Diagram alir.....	22
Gambar 4. 1 Sampah minuman kaleng aluminium.....	25
Gambar 4. 2 Arang kelapa .....	26
Gambar 4. 3 Pengukuran kayu .....	27
Gambar 4. 4 Pemotongan kayu .....	27
Gambar 4. 5 Perakitan kotak kayu .....	27
Gambar 4. 6 Pemasangan kotak kayu .....	28
Gambar 4. 7 Pasir sungai dan bentonite.....	29
Gambar 4. 8 Pencampuran pasir sungai dan bentonite .....	30
Gambar 4. 9 Desain master cetakan.....	30
Gambar 4. 10 Papan medium density fiber.....	31
Gambar 4. 11 Pengukuran titik koordinat.....	31
Gambar 4. 12 Proses pengerjaan CNC.....	31
Gambar 4. 13 Pengecekan akhir.....	32
Gambar 4. 14 Penempatan master cetakan .....	32
Gambar 4. 15 Penuangan pasir.....	33
Gambar 4. 16 Pemadatan pasir dan pelepasan master cetakan .....	33
Gambar 4. 17 Pemanasan tungku.....	34
Gambar 4. 18 Proses peleburan aluminium hingga titik leleh 659°C .....	34
Gambar 4. 19 Proses penuangan lelehan aluminium .....	35
Gambar 4. 20 Pendinginan cetakan.....	35
Gambar 4. 21 Proses pembongkaran cetakan pasir.....	36
Gambar 4. 22 Pembersihan cetakan dengan air .....	36
Gambar 4. 23 Penghalusan pada cetakan.....	37
Gambar 4. 24 Grafik perbandingan suhu tuang dan nilai kekerasan pada aluminium.....	41
Gambar 4. 25 Gambar metalografi dengan pengetsaan 100 ml air.....	42

Gambar 4. 26 Hasil pengujian lelehan plastik HDPE (High-Density Polyethylene  
..... 43



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Lembar bimbingan tugas akhir.....	53
---	----

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Penggunaan aluminium sebagai bahan dasar terus meningkat karena aluminium sangat umum dan mudah ditemukan di mana-mana, seperti dalam kaleng minuman, bagian mobil, pesawat, kereta api, dan perabot rumah tangga (Sinaga, 2016). Peningkatan ini menyebabkan kenaikan jumlah limbah aluminium yang tidak lagi digunakan, seperti velg, peralatan rumah tangga, kaleng minuman ringan, dan blok mesin. Akibatnya, masalah baru dengan penumpukan sampah aluminium muncul (Fasya & Iskandar, 2015). Sampah aluminium adalah sampah yang padat dan sulit diurai oleh lingkungan. Logam aluminium membutuhkan waktu 80 hingga 100 tahun untuk terurai (Prakoso et al., 2019), jadi penumpukan aluminium bekas yang tidak diolah dapat mengotori lingkungan. Ini terjadi karena logam membutuhkan waktu yang lama untuk larut dalam air dan terurai dalam tanah (Fasya & Iskandar, 2015). Bahan pencemar dapat berasal dari sampah yang sudah lama tertimbun tanpa diolah. Hujan akan membasahi timbunan sampah, dan akan memperparah keadaan (Bagus, 2002). Di sisi lain, produksi kemasan aseptik di Indonesia mencapai 4 miliar item per tahun, atau sekitar 333 juta item per bulan, yang menjadikannya salah satu penyumbang sampah terbesar. Sebagian besar orang membakar sampah kemasan aseptik untuk membuangnya, tetapi metode ini dianggap tidak efektif karena aluminium foil dan gas CO<sub>2</sub> yang tersisa mencemari udara dan mencemari lingkungan (Anggreani et al., 2017). Apabila tidak ada upaya yang dilakukan untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh sampah, masalah ini akan menjadi semakin parah seiring berjalannya waktu (Bagus, 2002).

Mendaur ulang adalah cara terbaik untuk menghilangkan sampah aluminium (Anggreani et al., 2017). Aluminium dapat didaur ulang melalui proses pengecoran (Fasya & Iskandar, 2015). Salah satu jenis pengecoran aluminium yang paling sering digunakan adalah dengan teknik adalah pengecoran pasir. Pengecoran pasir

memiliki keunggulan yaitu biaya produksi yang rendah, dapat digunakan kembali, memiliki ketahanan panas, mudah dalam pengoperasiannya, dan mendapatkan hasil produk pengecoran yang baik

Proses pengecoran pasir memerlukan perhatian khusus terhadap beberapa aspek kunci untuk memastikan hasil yang optimal. Sistem saluran, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian pertama, memiliki peran vital dalam memfasilitasi aliran logam cair ke dalam cetakan pasir. Berbagai model saluran, seperti saluran pisah, saluran pisah dengan penambah, dan saluran langsung, mempengaruhi kekuatan tarik dan kemungkinan cacat penyusutan pada hasil cor (Hendaryati & Mamungkas, 2021). Selanjutnya, penelitian kedua menyoroti pentingnya variasi cetakan pasir dalam pengecoran aluminium daur ulang. Variasi seperti cetakan pasir merah, cetakan pasir ladu, dan cetakan pasir campuran memengaruhi presentase penyusutan dan kekerasan produk cor (Mulyanto, 2018). Aspek lain yang signifikan dalam proses pengecoran adalah pemilihan bahan cetakan, dimana penggunaan limbah RCS (*Resin Coated Sand*) sebagai pengganti pasir silika dapat memberikan manfaat positif terhadap lingkungan dan ekonomi. Keseluruhan, pemahaman mendalam terhadap sistem saluran, variasi cetakan, dan pilihan bahan cetakan adalah kunci untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam proses pengecoran pasir (Sanusi et al., 2023).

Selain sifat daur ulangnya yang tinggi, yang secara signifikan mengurangi jejak karbon, aluminium juga memiliki kekuatan mekanis dan daya tahan yang diperlukan untuk proses cetakan *injection molding* (Hendaryati & Mamungkas, 2021). Metode pengecoran pasir mengurangi dampak lingkungan dan limbah produksi, menciptakan sistem yang lebih efisien dan berkelanjutan. Dengan menggunakan aluminium dalam pembuatan cetakan *injection molding*, ada peluang besar untuk mengubah standar produksi dan meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi dalam industri manufaktur. Maka dari itu, penulis menggagas penerapan "Rancang Bangun Cetakan *Injection Molding* Sebagai Upaya Daur Ulang Aluminium" sebagai solusi yang cerdas dan berkelanjutan. Metode pengecoran pasir ini akan memungkinkan penerapan praktik industri yang lebih ramah

lingkungan dan efisien. Selain itu, dapat memaksimalkan pemanfaatan limbah aluminium untuk menjadi produk yang dapat digunakan lagi.

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana rancang bangun cetakan *injection molding* ?
2. Bagaimana sifat mekanik dan mikrostruktur aluminium hasil dari proses daur ulang ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Berikut beberapa batasan masalah pada penelitian kali ini adalah :

1. Suhu lelehan pada aluminium.  
Dengan berat jenis  $2,7 \text{ g/cm}^3$ , densitas  $2,685 \text{ kg/m}^3$ , dan titik lebur  $660^\circ\text{C}$  (Julianti, 2017).
2. Suhu media pengecoran.  
Temperatur cetakan pasir antara  $T = 20^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}$  (J. Supriyanto, 2013).
3. Cetakan *injection molding*.  
Model bentuk pengecoran adalah bentuk sampel uji tarik berdasarkan standar ASTM D638.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian yang saya lakukan yaitu sebagai berikut:

#### **1.4.1 Tujuan Umum**

1. Untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma III, Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.
2. Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan jenjang Diploma III, Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.
3. Dapat memberikan tambahan wawasan dan ilmu pengetahuan yang lebih selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali.

#### **1.4.2 Tujuan Khusus**

1. Untuk dapat merancang cetakan *injection molding* sesuai dengan spesifikasi
2. Untuk dapat mengevaluasi dan menganalisis sifat mekanik serta mikrostruktur aluminium yang dihasilkan dari proses daur ulang.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan penulis dalam pembuatan rancang bangun cetakan *injection molding* sebagai upaya daur ulang aluminium adalah sebagai berikut:

### **1.5.1 Manfaat Bagi Penulis**

Manfaat bagi penulis dalam pembuatan rancang bangun cetakan *injection molding* sebagai upaya daur ulang aluminium adalah dapat mengaplikasikan materi-materi perkuliahan untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari ataupun dalam membuat suatu alat yang bisa dijual. Serta dapat mengembangkan ide-ide dan menuangkan langsung berdasarkan permasalahan yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari yang sekiranya dapat bermanfaat bagi banyak orang.

### **1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali**

Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali adalah dapat digunakan menjadi referensi bagi civitas akademik Politeknik Negeri Bali serta menambah sumber informasi dan menjadikan promosi dalam pameran rancang bangun.

### **1.5.3 Manfaat Bagi Pengguna**

Dengan adanya pembuatan rancang bangun cetakan *injection molding* sebagai upaya daur ulang aluminium diharapkan pengguna dapat meringankan pekerjaan dalam mengurangi limbah baik sampah plastik maupun aluminium untuk menjadi barang atau alat daur ulang yang bermanfaat bagi semua orang.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari rancang bangun yang saya buat, maka dapat disimpulkan hasil pengolahan data sebagai berikut:

Yang pertama, penelitian ini menunjukkan bahwa pembuatan cetakan *injection molding*, dengan dimensi sebesar 18322,179 mm<sup>3</sup> dan menggunakan bahan aluminium dari kaleng minuman bekas dengan berat jenis 2,7 g/cm<sup>3</sup>, dapat sangat penting dalam proses daur ulang, terutama dalam mengubah limbah aluminium menjadi produk baru yang memiliki nilai guna. Dengan metode *sand casting* menunjukkan efektivitas dalam proses daur ulang aluminium. Proses ini melibatkan peleburan menggunakan tungku dan *blower* untuk menjaga panas tetap konstan, penuangan lelehan pada suhu 659°C ke dalam cetakan pasir, pembongkaran cetakan, dan penyelesaian akhir dengan pengolesan menggunakan gerinda tangan agar mendapat hasil yang presisi. Hasilnya, limbah aluminium berhasil diubah menjadi produk baru dengan kualitas tinggi. Dengan pengendalian variabel proses yang tepat, teknologi ini tidak hanya mengurangi limbah tetapi juga menghasilkan produk yang memenuhi standar, berperan penting dalam pengembangan daur ulang yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Yang kedua, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana jenis sampah aluminium memengaruhi nilai kekerasan produk yang dihasilkan dari cor dan untuk mengembangkan cetakan *injection molding* sebagai cara baru untuk daur ulang aluminium. Penelitian ini menemukan bahwa material tersebut memiliki nilai kekerasan 69,31 HB pada temperatur tuang 659°C. Struktur mikro yang terbentuk menunjukkan dendrit kecil, yang memengaruhi kemampuan material untuk menahan beban. Pada akhirnya, nilai kekerasan material menurun.

## 5.2 Saran

Dalam upaya meningkatkan kualitas produk daur ulang aluminium dan efektivitas prosesnya, beberapa saran berikut dapat dipertimbangkan. Saran-saran ini bertujuan untuk memberikan panduan praktis dan teknis yang dapat membantu dalam pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini.

Yang pertama, optimasi suhu tuang: lakukan penelitian pada suhu tuang lebih rendah ( $640^{\circ}\text{C}$ - $659^{\circ}\text{C}$ ), misalnya  $650^{\circ}\text{C}$ , untuk meningkatkan kekerasan aluminium dengan mengurangi pertumbuhan dendrit.

Yang kedua, eksplorasi jenis sampah aluminium: pertimbangkan penggunaan sampah aluminium dari industri otomotif atau konstruksi untuk memperkaya komposisi kimia dan meningkatkan sifat mekanis material.

Yang ketiga, pemilihan jenis pasir cetak: gunakan pasir silika dengan butiran 0,3-0,6 mm, dicampur dengan pasir zircon atau chromite untuk meningkatkan ketahanan cetakan dan kualitas hasil akhir.

Yang keempat, pengembangan desain cetakan *injection molding*: uji variasi desain cetakan dengan ketebalan dinding 3-5 mm untuk mengurangi cacat dan meningkatkan kualitas produk.

Yang kelima, perlakuan panas yang tepat: terapkan perlakuan aging pada suhu  $150^{\circ}\text{C}$ - $200^{\circ}\text{C}$ , misalnya  $180^{\circ}\text{C}$  selama 6 jam, untuk meningkatkan kekerasan melalui pengendapan partikel  $\text{CuAl}_2$ .

Yang keenam, metode pendinginan yang tepat: gunakan quenching dalam air pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  setelah penuangan untuk mempercepat solidifikasi dan meningkatkan kekerasan, sambil memastikan pendinginan merata untuk menghindari retak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andika, A. T., & Subekti, P. (2022). Article Review: Analisis Jenis-Jenis Teknik Pengecoran Logam Berdasarkan Jenis Cetakannya. *Jurnal Energi dan Inovasi Teknologi*, 1(2), 17–20.
- Anggono, A. D. (2015). Prediksi Shrinkage Untuk Menghindari Cacat Produk Pada Plastic Injection. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 6(2), 8. <https://doi.org/10.23917/mesin.v6i2.2895>
- Anggreani, L., Yenie, E., & Elystia, S. (2017). Daur Ulang Sampah Aluminium Foil Kemasan Aseptik menjadi Tawas. *Jom FTEKNIK*, 4, 1–6.
- Anjarsari, L. A., Surtono, A., & Supriyanto, A. (2015). *Desain Dan Realisasi Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Berdasarkan Hukum Archimedes Menggunakan Sensor Fotodiode*. 3(02), 8.
- Aripin, S. (2016). *Kajian Mekanis Campuran Limbah Aluminium Dan Alloy Untuk Pembuatan Pully*. 31.
- Bagus, T. (2002). Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah Menggunakan Teknologi Incenerator. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3, 17–23.
- Bhirawa, W. T. (2015). *Proses Pengecoran Logam Dengan Menggunakan Sand Casting*. 4, 11.
- Dinov Mu'afax, F. (2012). *Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Remelting Al-Si Berbasis Limbah Piston Bekas Dengan Perlakuan Degassing*. Universitas Sebelas Maret.
- Dwi Putra, D., Haqqoni, F., Nurhilal, M., & Ulikaryani, U. (2023). Pengaruh Jenis Limbah Aluminium Pada Proses Pengecoran Menggunakan Tungku Krusibel Terhadap Nilai Kekerasannya. *Infotekmesin*, 14(2), 413–417. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i2.1948>
- Fasya, F., & Iskandar, N. (2015). *Melt Loss dan Porositas Pada Aluminium Hasil Daur Ulang*. 3(1), 7.
- Gunawan, S., & Hartono, S. B. (2015). Variasi Ukuran Pasir Cetak Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Coran Scrap Piston Sepeda Motor. *Traksi*, 15(1).
- Hendaryati, H., & Mamungkas, M. I. (2021). Pengaruh Tipe Saluran Pengecoran Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Aluminium AL 6061 dengan Metode Sand Casting. *ROTOR*, 14(2), 43. <https://doi.org/10.19184/rotor.v14i2.22086>
- Hidayanto, B., Wardoyo, A., Wahyu Darojad, M., & Wijoyo\*. (2018). Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Pada Pengecoran Daur Ulang Al-Si Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Dengan Pola Lost Foam. *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 4(1), 45–48.
- Jiang, X. (2017). Metallographic Preparation Of Aluminum And Aluminum Alloys. *Struers*.
- Julianti, I. A. (2017). *Sifat Mekanik dan Termal Material Komposit Logam Al-Cu-Mg/SiC Melalui Proses Annealing Hasil Stir Casting*. 68.



- Khadliq, M., Budiyanoro, C., & Sosiati, H. (2017). Komparasi Parameter Injeksi Optimum Pada HDPE Recycled Dan Virgin Material. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, 1, 10.
- Masri, D. (2022). Analisis Potensi Penerapan Teknologi Produksi Bersih Pada CV C-MAXI ALLOY C AST, Yogyakarta. *Jurnal Teknosains*, 12, 12.
- Mulyanto. (2018). *Pengaruh Variasi Cetakan Terhadap Produk Pengecoran Aluminium (Daur Ulang) Menggunakan Sand Casting*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Naryono, E. & Soemarno. (2013). Perancangan Sistem Pemilahan, Pengeringan dan Pembakaran Sampah Organik Rumah Tangga. *Indonesian Green Technology Journal*, 2(1), 10.
- Persatika, W. Y. (2018). *Modifikasi Pasir Lampung Sebagai Raw-Material Pasir Cetak Pada Proses Peleburan Scrap Aluminium*. Universitas Lampung.
- Prakoso, A. P., S., A. S., & P., T. B. (2019). Perbedaan Jenis Crucible pada Peleburan Sampah Aluminium Terhadap Waktu Peleburan Sampah Aluminium di Pt. Combiphar. *Jurnal Riset Kesehatan*, 11(1), 6.
- Pratama, R. M. & Soeharto. (2012). Studi Eksperimen Pengaruh Jenis Saluran pada Aluminium Sand Casting terhadap Porositas Produk Toroidal Piston. *JURNAL TEKNIK ITS*, 1, 126–130.
- 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).
- Putra, I. A., Umardani, Y., & Suprihanto, A. (2023). *Pembuatan Cetakan Injection Molding Untuk Membuat Bantalan Ketiak Tongkat Kruk Dari Material Polypropylene*. 11(3), 1–12.
- Rahmadsyah, V. (2023). *Pembuatan Mesin Injection Pencetak Cip*. Universitas Medan Area.
- Rinanto, A. (2012). *Desain Ulang Unit Pemanas Dan Pengendali Kecepatan Injeksi Mesin Molding*. Universitas Sebelas Maret.
- Rizal, M. (2018). *Pengaruh Variasi Tekanan, Temperatur, dan Ukuran Runner Terhadap Filling Time Pada Proses Injeksi Molding Produk Penghapus Whiteboard*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Sanusi, A. I., Aisiah, N., Nugraha, R. A., & Nurdin, A. (2023). Studi Pemanfaatan Limbah Cetakan Resin Coated Sand sebagai Substitusi Cetakan Greensand pada Pengecoran Logam Aluminium. *Journal Of Mechanical Engineering*, 7, 45–49.
- Sardi, V. B., Jokosisworo, S., & Yudo, H. (2018). Pengaruh Normalizing dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Baja ST 46 terhadap Uji Kekerasan, Uji Tarik, dan Uji Mikrografi. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 6(1).
- Setiawan, A., Lestari, N., & Purwanto, Y. (2022). *Optimalisasi Pengolahan Limbah Kaleng Menggunakan Mesin Press*. 16(2), 3.
- Setyorini, S., Hidayatullah, S., & Rachmawati, I. K. (2021). Website Based E-Commerce Waste Recycling Products. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(2), 6. <https://doi.org/10.21070/pels.v1i2.1029>

- Sihite, P., Masnur, D., Badri, M., & Nawangsari, P. (2014). Studi Potensi Pasir Sungai Di Provinsi Riau Sebagai Pasir Cetak Pada Pengecoran Logam. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 63–69.
- Sinaga, N. A. (2016). Pemanfaatan Limbah Aluminium Sebagai Bahan Baku Aksesoris. *e-Proceeding of Art & Design*, 3, 269–279.
- Siswanto, R. (2017). *Analisis Pengaruh Temperatur Tuang Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Dari Paduan Al-19,6Si-2,5Cu,2,3Zn (Daur Ulang) Hasil Pengecoran Evaporative*.
- Sundari, E. (2011). Rancang Bangun Dapur Peleburan Aluminium Bahan Bakar Gas. *Jurnal Austenit*, 3, 10.
- Supriyanto, A., Dewadi, F. M., & Budiansyah, A. C. (2023). Pengaruh Variasi Injection Velocity Dan Packing Pressure Terhadap Kualitas Part Produk Injection Molding. *BUANA ILMU*, 8(1), 13–24. <https://doi.org/10.36805/bi.v8i1.5999>
- Supriyanto, J. (2013). *Simulasi Numerik Perpindahan Panas 2 Dimensi Pada Proses Pendinginan Tembaga Murni Dengan Variasi Cetakan Pasir Dan Mullite Menggunakan Pendekatan Beda Hingga*. 19.
- Susilowati, S. E., & Permana, S. (2020). Pengaruh Bentuk Sprue Well Pada Gating System Terhadap Aliran Fluida Logam Dan Nilai Kekerasan Pada Pengecoran Aluminium Daur Ulang Menggunakan Sand Casting. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 5(2), 104–115. <https://doi.org/10.52447/jktn.v5i2.4186>
- Utama, H. (2009). *Pengaruh Penambahan Cu ( 1%, 3% Dan 5% ) Pada Aluminium Dengan Solution Heat Treatment Dan Natural Aging Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wahyudi, M. (2014). *Analisis Kemampuan Material Tungku Dalam Menahan Panas Pada Tungku Lebur Aluminium Dengan Bahan Bakar Gas*. Universitas Medan Area.
- Wahyuni, S., Hakim, L., & Hasfita, F. (2016). Pemanfaatan Limbah Kaleng Minuman Aluminium Sebagai Penghasil Gas Hidrogen Menggunakan Katalis Natrium Hidroksida (NaOH). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 13.
- Widodo, B., & Subardi, A. (2019). *Pengujian Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Aluminium Matrix Composite (Amc) Berpenguat Partikel Silikon Karbida (SiC) dan Alumina (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)*. 9.
- Widyatmoko, R. H. (2017). *Optimalisasi Parameter Injeksi Untuk Minimasi Shrinkage, Sink Marks Dan Warpaga Pada Industri Mold Modern*. 42.
- Wisnu Aryo Lenggono. (2020). *Perancangan Alat Inovatif dan Kreatif Wadah Penyimpan dan Penuang Gula Pasir Beserta Perancangan dan Analisis Mold*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.