

# TUGAS AKHIR

## UJI EKSPERIMENTAL KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PRODUK FOOT STEP BERBAHAN LIMBAH ALUMINIUM HASIL PENGECORAN CETAKAN PASIR SILIKA BERPENGIKAT BENTONIT

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**DENDI SANTIKA**  
**1507230202**



# UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Dendi Santika

NPM : 1507230202

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Uji Eksperimental Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Produk  
Foot Step Berbahan Limbah Alumunium Hasil Pengecoran Pasir  
Silika Berpengikat Bentonit

Bidang ilmu : Kontruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 24 Januari 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji III

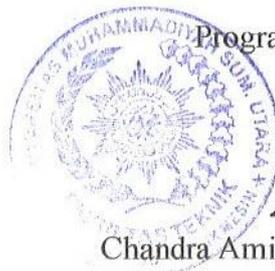


Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Chandra Amirsyahputra Siregar, S.T., M.T



Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Chandra Amirsyahputra. Siregar S.T., M.T.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Dendi Santika  
Tempat/Tanggal Lahir : Binjai, 27 Agustus 1997  
NPM : 1507230202  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Uji Eksperimental Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Produk Foot Step Berbahan Limbah Alumunium Hasil Pengecoran Cetakan Pasir Silika Berpengikat Bentonit”**,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 24 Januari 2022

Saya yang menyatakan,

  
 Dendi Santika

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil nilai kekerasan coran menggunakan cetakan pasir silika terhadap produk pasar dan struktur mikro yang terdapat pada hasil coran variasi cetakan. Alumunium sering digunakan sebagai bahan untuk membuat komponen otomotif, mesin, benda seni, dan alat-alat rumah tangga. Aluminium adalah logam ringan yang tahan korosi. Industri pengecoran kini sudah banyak berkembang mulai dari pengecoran logam sampai pengecoran non logam. Salah satu teknologi pengecoran logam yang dikenal saat ini adalah teknologi pengecoran logam dengan pasir cetak (*sand casting*), pengecoran yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan cetakan pasir. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pasir silika, bentonit, air, limbah alumunium, dan alat yang digunakan meliputi pola, tungku pelebur, timbangan, kertas pasir. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian, uji kekerasan dan uji mikrostruktur. Hasil dari pengujian kekerasan pada spesimen standar memiliki nilai rata-rata 76,33 BHN, pada spesimen variasi cetakan pertama memiliki nilai rata-rata 63,69 BHN, dan pada spesimen variasi cetakan kedua memiliki nilai rata-rata 63,84 BHN. Pada uji mikrostruktur, cetakan variasi pertama hasil coran memiliki penyebaran alumunium yang baik, tingkat porositas yang tinggi, dan untuk spesimen variasi cetakan kedua hasil coran memiliki penyebaran alumunium yang baik, serta tingkat porositas yang rendah. Setelah melihat hasil uji kekerasan dan mikrostruktur dapat dijelaskan bahwa produk pasar lebih baik nilai hasil pengujiannya, hal ini dikarenakan hasil coran tersebut menggunakan cetakan permanen, dan dapat diketahui juga untuk hasil mikrostruktur mempengaruhi suatu nilai kekerasan kedua hasil coran cetakan pasir silika pengikat bentonit.

Kata kunci: pengecoran, alumunium, cetakan pasir.

## **ABSTRACT**

*This study aims to determine the results of the hardness values of castings using silica sand molds on market products and the microstructure contained in the results of various mold castings. Aluminum is often used as a material for making automotive components, machinery, art objects, and household appliances. Aluminum is a lightweight metal that is corrosion resistant. The foundry industry has now developed a lot from metal casting to non-metal casting. One of the metal casting technologies known today is metal casting technology with sand casting, the casting carried out in this study uses sand molds. The materials used in this study include silica sand, bentonite, water, aluminum waste, and the tools used include patterns, melting furnaces, scales, sand paper. In this research, testing, hardness test and microstructure test were carried out. The results of the hardness test on the standard specimen have an average value of 76.33 BHN, the first mold variation specimen has an average value of 63.69 BHN, and the second mold variation specimen has an average value of 63.84 BHN. In the microstructure test, the first variation of the castings had good aluminum dispersion, a high level of porosity, and for the second variation specimen the castings had good aluminum dispersion and low porosity. After seeing the results of the hardness and microstructure tests, it can be explained that the market product has a better value for the test results, this is because the results of the castings use permanent molds, and it can also be seen that the results of the microstructure affect a hardness value of the two results of the bentonite-binding silica sand mold castings.*

*Keywords: casting, aluminum, sand molding.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala pujidan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Uji Eksperimental Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Produk Foot Step Berbahan Limbah Alumunium Hasil Pengecoran Cetakan Pasir Silika Berpengikat Bentonit” sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Ahmad Marabdi Siregar S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra Amirsyahputra Siregar S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji, sekaligus selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khairul Umurani S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Sudirman Lubis S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulias dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Orang Tua penulis: Asep Zalnika Riswara dan Yusni Arnita yang telah memberikan segalanya untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Sahabat-sahabat penulis: M. Rizaldi Putra Nasution, Wandani Syahputra, Reza Elvandra Harahap, Muhammad Ghiffari Yuzan, Muhammad Titan, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia manufaktur teknik mesin.

Medan, 24 Januari 2022

Dendi Santika

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>3</b>
2.1 Pengecoran Logam	3
2.1.1 Jenis Pengecoran dan Cacat Produk Coran	3
2.1.2 Bahan – Bahan Pengecoran	9
2.2 Pola Cetakan	10
2.2.1 Bahan-Bahan Pola	11
2.3 Cetakan Pasir	11
2.3.1 Pembuatan Cetakan Dengan Tangan	12
2.3.2 Pembuatan Cetakan Secara Mekanik	12
2.4 Pasir Cetak	12
2.4.1 Syarat-Syarat Pasir Cetak	13
2.4.2 Jenis-Jenis Pasir Cetak	13
2.4.3 Sifat-Sifat Pasir Cetak	15
2.5 Bahan Pengikat	16
2.6 Alumunium	18
2.6.1 Sifat-Sifat Alumunium	18
2.6.2 Jenis Paduan Alumunium	20
2.7 Pengujian Produk	21
2.7.1 Pengujian Kekerasan	21
2.7.2 Pengujian Mikrostruktur	22
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>24</b>
3.1 Tempat dan Waktu	24
3.1.1 Tempat	24
3.1.2 Waktu Penelitian	24
3.2 Bahan Dan Alat	25
3.2.1 Bahan	25

3.2.2 Alat	27
3.3 Diagram Alir Penelitian	30
3.3.1 Keterangan Diagram Alir	30
3.4 Rancangan Produk	32
3.5 Proses Pembuatan Produk Footstep	35
3.6 Prosedur Pengujian	37
3.6.1 Uji Kekerasan Brinell	38
3.6.2 Uji Mikrostruktur	39
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>41</b>
4.1 Produk Footstep	41
4.1.1 Hasil Pengecoran	41
4.1.2 Hasil Pengecoran Setelah Finishing	41
4.1.3 Hasil Pemotongan Coran	42
4.2 Hasil Pembuatan Cetakan	42
4.2.1 Hasil Pembuatan Cetakan Pasir Silika Pengikat Bentonit	42
4.3 Pengujian Hasil Coran	43
4.3.1 Hasil Pengujian Kekerasan	43
4.3.2 Hasil Pengujian Mikrostruktur	46
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>SURAT KETENTUAN PEMBIMBING</b>	
<b>BERITA ACARA</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Cetakan Pasir	4
Gambar 2.2	Proses Pengecoran Berlapis	5
Gambar 2.3	Pengecoran Centrifugal	6
Gambar 2.4	Pengecoran Cetakan Permanen	6
Gambar 2.5	Bentuk Butir-Butir Pasir Dari Pasir Cetak	15
Gambar 2.6	Alumunium	18
Gambar 3.1	Limbah Alumunium	25
Gambar 3.2	Bentonit	26
Gambar 3.3	Pasir Silika	26
Gambar 3.4	Air	27
Gambar 3.5	Cetakan	27
Gambar 3.6	Tungku Pelebur	28
Gambar 3.7	Timbangan	28
Gambar 3.8	Kertas Pasir	29
Gambar 3.9	Diagram Alir	30
Gambar 3.10	Rancangan Produk Footstep	32
Gambar 3.11	Rancangan Solidwork Produk Footstep	33
Gambar 3.12	Limbah Alumunium	33
Gambar 3.13	Cetakan	34
Gambar 3.14	Menimbang	34
Gambar 3.15	Proses Menyetak	35
Gambar 3.16	Membuat Lubang	35
Gambar 3.17	Cetakan Pasir	35
Gambar 3.18	Melebur Alumunium	36
Gambar 3.19	Menuang Cairan Alumunium	36
Gambar 3.20	Membongkar Cetakan	37
Gambar 3.21	Finishing	37
Gambar 3.22	Brinell Hardness Tester	38
Gambar 3.23	Mikroskop Optik	39
Gambar 4.1	(a) Hasil Coran Variasi 1,(b) Hasil Coran Variasi 2	41
Gambar 4.2	(a) Hasil Coran Variasi 1,(b) Hasil Coran Variasi 2	42
Gambar 4.3	(a) Spesimen Variasi 1,(b) Spesimen Variasi 2	42
Gambar 4.4	(a) Cetakan Variasi 1,(b) Cetakan Variasi 2	43
Gambar 4.5	Titik Uji Spesimen	44
Gambar 4.6	Grafik Pengujian Kekerasan	45
Gambar 4.7	(a) Pembesaran 100 x,(b) Pembesaran 200 x	46
Gambar 4.8	(a) Pembesaran 100 x,(b) Pembesaran 200 x	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-Sifat Alumunium Murni	19
Tabel 2.2 Sifat-Sifat Mekanik Alumunium	19
Tabel 3.1 Jadwal Dan Kegiatan Saat Melaksanakan Penelitian	24
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekerasan Pada Spesimen	44

## DAFTAR NOTASI

<b>Singkatan</b>	<b>Keterangan</b>
kg	<i>kilogram</i>
ml	<i>milliliter</i>
s	<i>second</i>
T1	Titik 1
T2	Titik 2
T3	Titik 3
BHN	<i>Brinell Hardness Number</i>
Ra	<i>Roughness Average</i>

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Industri pengecoran kini sudah banyak berkembang mulai dari pengecoran logam sampai pengecoran non logam. Salah satu teknologi pengecoran logam yang dikenal saat ini adalah teknologi pengecoran logam dengan pasir cetak (*sand casting*), teknologi ini merupakan suatu metode pengecoran logam yang paling sering digunakan pada industri kecil maupun industri besar. Pengecoran logam sebagian besar menggunakan pasir sebagai bahan cetakkannya. Pasir yang digunakan umumnya harus mempunyai sifat mampu bentuk dari ikatan antar butirannya. Ikatan terjadi karena adanya bahan aditif atau bahan penambah yang dinamakan lempung atau clay, atau istilah di pengecoran dinamakan bentonit. Bentonit dalam proses pengecoran logam digunakan sebagai bahan untuk mengikat antar butiran pasir sehingga bisa dibentuk sebagai bahan cetakan.

Alumunium sering digunakan sebagai bahan untuk membuat komponen otomotif, mesin, benda seni, dan alat-alat rumah tangga. Aluminium adalah logam ringan yang tahan korosi. Aluminium bersifat lunak dan dapat dicampur dengan unsur-unsur lain seperti tembaga, silium, mangan, magnesium, dan sebagainya. Hal ini karena aluminium memiliki sifat fisis dan mekanik yang dapat diperbaiki, bahan baku yang mudah didapat, dan teknik produksi yang sangat tinggi.

Penggunaan alumunium yang sangat luas akan mengakibatkan timbulnya limbah yang dampaknya akan sangat berbahaya untuk lingkungan. Selain itu, bahan dasar untuk membuat aluminium sangat terbatas dan pengolahannya memerlukan dana yang cukup besar. Sehingga perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dari limbah aluminium untuk digunakan sebagai material teknik. Pemanfaatan kembali aluminium bekas merupakan salah satu alternatif untuk menanggulangi kelangkaan bahan baku aluminium, selain itu akan lebih menghemat sumber daya alam yang ada. Salah satu cara daur ulang tersebut adalah dengan melakukan pengecoran kembali alumunium sisa produksi menjadi bahan baku (*raw material*).

Proses pengecoran logam merupakan proses pembuatan produk yang diawali dengan mencairkan logam ke dalam tungku peleburan kemudian

dituangkan kedalam cetakan hingga logam cair tersebut membeku dan kemudian dipindahkan dari cetakan.

Dalam tugas akhir ini akan membahas tentang UJI EKSPERIMENTAL KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PRODUK FOOT STEP BERBAHAN LIMBAH ALUMINIUM HASIL PENGECORAN CETAKAN PASIR SILIKA BERPENGIKAT BENTONIT, diharapkan dapat memberikan informasi dalam memahami proses pengecoran logam, pembuatan cetakan pasir, hingga proses pengujian hasil pengecoran cetakan pasir.

### 1.2. Rumusan Masalah

Sampai saat ini pengecoran logam melalui cetakan pasir masih banyak menimbulkan permasalahan, diantaranya sebagai berikut:

Bagaimana melakukan pengecoran metode pasir cetak, menentukan komposisi pasir silika dan pengikat bentonit, serta melakukan pengujian hasil pengecoran.

### 1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pasir silika sebagai bahan untuk pembuatan cetakan pasir.
2. Bentonit sebagai pengikat cetakan pasir.
3. Bahan baku pembuatan produk adalah limbah aluminium.

### 1.4. Tujuan

Adapun beberapa tujuan sebagai berikut:

Untuk mengetahui nilai uji kekerasan yang terdapat pada hasil coran dan mengetahui struktur mikro yang terdapat pada permukaan hasil coran.

### 1.5. Manfaat

Dari penelitian ini diharapkan memberikan beberapa manfaat sebagai berikut :

1. Mengembangkan ilmu dalam dunia industri khususnya pengecoran logam.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat umum terkait pemanfaatan limbah aluminium yang dapat didaur ulang.
3. Mengurangi dampak limbah aluminium dilingkungan sekitar.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengecoran Logam

Pengecoran logam merupakan proses manufaktur tertua dan ekonomis untuk produk massal. Teknologi pengecoran logam menggunakan proses peleburan sederhana, pengecoran umumnya juga dapat menggunakan berbagai cetakan seperti cetakan pasir dan cetakan permanen. Proses pembentukan bahan baku atau bahan benda kerja adalah dengan cara melebur logam didalam tungku peleburan yang kemudian hasil peleburan dimasukkan kedalam cetakan atau *pattern*. Prinsip pembuatan pengecoran melibatkan pembuatan rongga didalam cetakan pasir dan kemudian menuangkan logam cair langsung ke rongga cetakan dan membiarkan logam membeku. (Wahyu Suprpto, 2017).

##### 2.1.1. Jenis Pengecoran dan Cacat Produk Coran

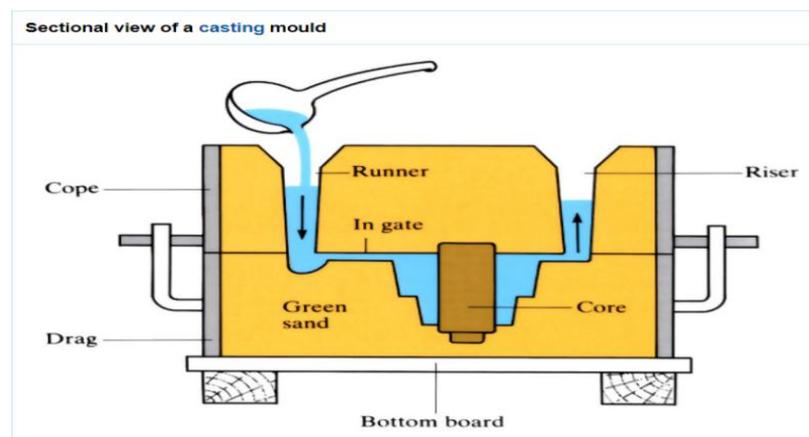
Logam dengan titik cair tinggi dan rendah masing-masing menggunakan cetakan pasir dan logam. Metode getaran pada soldifikasi coran alumunium merupakan inovasi teknologi pengecoran. Kasus kelarutan *hydrogen* dalam alumunium dapat menyebabkan terjadinya porositas, retak mikro, dan pemusatan tegangan. Pengelompokan proses pengecoran logam dapat dikasifikasikan menurut jenis cetakan yang digunakan, pada dasarnya pengecoran dibedakan atas cetakan sekali pakai (*expendable mold*) yaitu cetakan yang harus dibongkar untuk mengeluarkan produknya, dan cetakan tetap (*permanen mold*) yaitu cetakan yang dapatdi buka tutup untuk menegurkan coran. Contoh, *expandable mold*: cetakan pasir, plester, salutan, berlapis. Pemilihan jenis pengecoran sebaiknya mempertimbangkan bebrapa faktor berikut ini:

- Kerumitan bentuk
- Biaya pembuatan model atau cetakan
- Jumlah komponen yang diperlukan
- Toleransi yang diperlukan
- Finishing permukaan yang diperlukan
- Kekuatan dan berat
- Total kualitas yang diperlukan

Berikut adalah jenis pengecoran :

### 1. Pengecoran cetakan pasir

Cetakan pasir atau mineral sudah digunakan sejak zaman prasejarah, cetakan logam atau cetakan permanen sekarang banyak dikembangkan untuk membuat produk coran. Pengecoran pasir pekerjaan utamanya adalah penumbukan pasir tetap tidak berubah, pekerjaan yang sulit dan beresiko sudah banyak disederhanakan dan peralatannya diganti dengan peralatan otomatis. Meskipun metode pengecoran sudah tua tetapi cetakan pasir masih banyak digunakan dalam pengecoran. Pengecoran cetakan pasir didahului dengan pembuatan model yang dapat dipecah menjadi dua bagian atau lebih, membuat adonan pasir cetak yang terdiri dari pasir, tanah liat, pengikat dan air. Masing-masing bagian model disambungkan dengan saluran masuk logam cair dan saluran penambahan jika diperlukan seperti gambar 2.1 skema cetakan pasir dibawah ini.

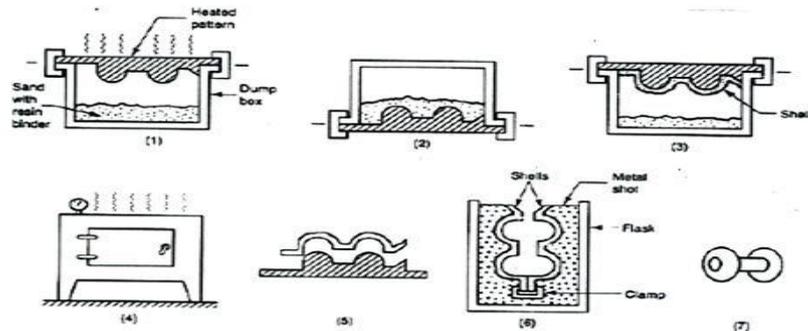


Gambar 2.1. Skema Cetakan Pasir. (Wahyu Suprpto, 2017)

### 2. Pengecoran cetakan berlapis

Proses pengecoran berlapis merupakan modifikasi proses pengecoran cetakan pasir yaitu memberikan pelapis pada bagian tertentu cetakan pasir dengan campuran pengikat *clay*, pasir halus dicampur dengan resin digunakan sebagai model dan dipanasi sampai temperatur  $450^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya model dimasukkan dalam cetakan dan berlapis resin akan meleleh pada cetakan dan mengeras sehingga memberikan gaya pengikat untuk buiran pasir. *Shell* atau pelapis akan lepas dari model dan melekat pada cetakan sehingga cetakan

siap untuk proses pengecoran seperti gambar 2.2 proses pengecoran berlapis dibawah ini.



Gambar 2.2. Proses Pengecoran Berlapis. (Wahyu Suprpto, 2017)

### 3. Pengecoran cetakan bersalut

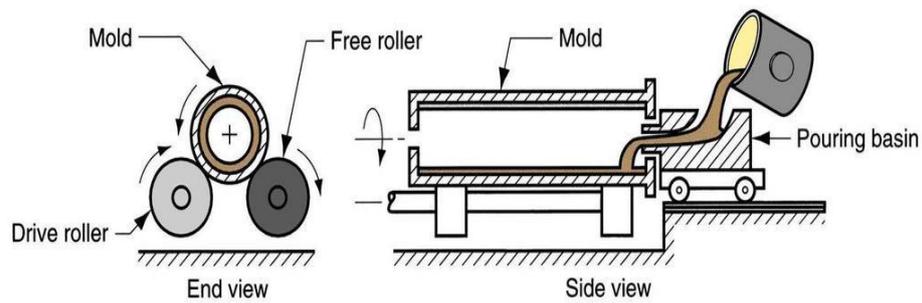
Penghilangan wax atau saluran, proses pengecoran dimulai dengan pengaturan yang panjang. Proses diawali dengan pembuatan inti dari wax yang dilakukan lapis demi lapis disekeliling model. Wax di lelehkan keluar dan logam cair dituangkan ke dalamnya.

### 4. Proses cetakan penuh

Proses cetakan penuh menggunakan model terbuat dari material cellular (expanded polystyrene) dibentuk dalam cetakan dan material pasir basah, pasir kering, pengikat pasir sodium silikat, atau bahkan cetakan lain yang dipadatkan. Menggunakan sistem ventilasi saluran dan logam cair dituangkan ke *spure* sehingga material yang ditempatkan kontak langsung dengan logam dan dihasilkan model.

### 5. Pengecoran *centrifugal*

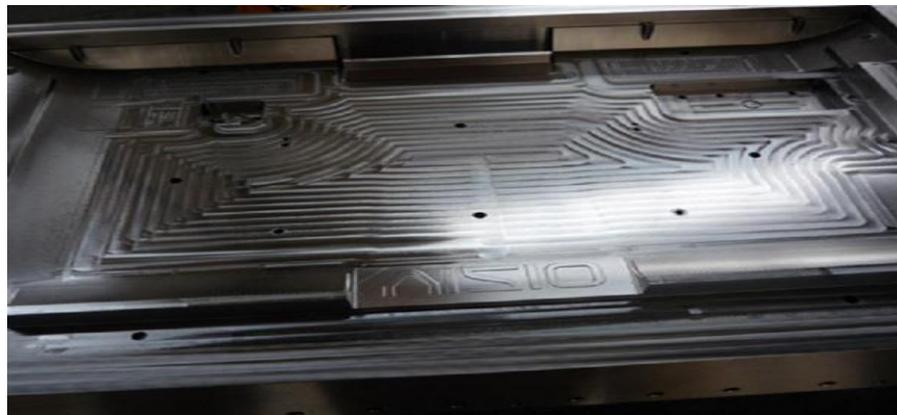
Logam cair mengalir kedalam rongga cetakan dengan berbagai cara, seperti pengecoran *vacum*, pengecoran tekanan rendah, dan pengecoran *centrifugal*. Mekanisme pengecoran *centrifugal* dan dituang kedalam cetakan berputar timbul *gayacentrifugal* dan tekanan sehingga gaya grafitasi tidak berpengaruh. Seperti di tunjukkan pada gambar 2.3. Pengecoran *centrifugal* dibawah ini.



Gambar 2.3. Pengecoran Centrifugal. (Wahyu Suprpto, 2017)

#### 6. Pengecoran cetakan permanen

Pengecoran cetakan permanen menggunakan cetakan logam, logam cair dituangkan kedalam cetakan terbuka pada tekanan atmosfer. Cetakan dipakai ratusan kali sebelum rusak. Cetakan permanen sering digunakan untuk membuat roda alumunium pada industri tranfortasi dan komponen otomotif. Proses pengecoran ini juga sering digunakan coran basis *copper* seperti, rotor pompa dan tahanan *plumbing*. Seperti gambar 2.4. pengecoran cetakan permanen dibawah ini.



Gambar 2.4. Pengecoran Cetakan Permanen. (Wahyu Suprpto, 2017)

Sampai saat ini penelitian-penelitian pengecoran logam terus dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki karakteristik, sifat-sifat mekanik dan metalografi. Keberhasilan dalam penelitian pengecoran logam tidak saja menghasilkan perbaikan tetapi juga untuk meningkatkan produktivitas industri penegecoran. Cacat rongga, porositas, *flash* dan pekerjaan *finishing* merupakan faktor-faktor yang merugikan dalam pengecoran baik secara kualitatif dan kuantitatif. Adanya rongga dan porositas secara signifikan megurangi karakteristik

dan sifat mekanik material. Pengaturan parameter solidifikasi merupakan salah satu upaya mengurangi atau menghilangkan faktor-faktor yang merugikan dalam pengecoran.

Tujuan khusus yang ingin dicapai oleh para penelitian adalah meningkatkan produktivitas pembuatan coran komponen otomotif dan produk coran dari komponen yang lain. Berikut adalah beberapa macam jenis cacat pada hasil coran.

#### 1. Rongga kerut (*shrinkage cavity*)

Bila logam cair dituangkan ke dalam rongga cetakan dan mulai membeku dari dinding cetakan. Tiap logam murni atau paduan mempunyai karakteristik *shrinkage* dan laju kontraksi yang berbeda. Akibatnya ketika merancang model perlu memasukkan faktor penentu ukuran lebih untuk mengatasi *shrinkage*. Faktor-faktor ini antara lain: logam atau paduan yang digunakan, temperatur penuangan optimum, pengaruh pendinginan pada bahan cetakan, ukuran cetakan dan berat inti, dan ukuran rongga cetakan.

#### 2. Porositas

Cacat porositas pengecoran biasa disebut dengan cacat lobang jarung bentuknya bola dan halus, cacat ini berukuran dibawah 1-2 mm dan bentuknya menyerupai tusukan jarum yang tersebar pada permukaan coran. Suhu dan tekanan solidifikasi merupakan dua parameter termodinamika penting untuk mengontrol terbentuknya porositas dan sifat mekanik coran aluminium. Dengan dua parameter termodinamika tersebut struktur butir logam menepati kedudukan jarak yang lebih pendek sehingga gas dalam logam panas dipaksa keluar.

#### 3. Rongga udara

Cacat jenis ini didapat muncul dengan berbagai bentuk seperti lubang permukaan atau didalam coran, dibawah permukaan berbentuk rongga bulat. Rongga udara ini dapat ditimbulkan oleh gas dari cetakan maupun logam cair sehingga waktu pembekuan udara terjebak dalam logam akibatnya muncul rongga udara dalam coran. Cacat ini dapat dicegah dengan berbagai cara seperti menjaga suhu penuangan tidak terlalu rendah, permeabilitas cetakan pasir, dan tinggi penuangan untuk mengontrol tekanan logam cair lebih tinggi dari tekanan udara.

#### 4. Aliran dingin (*cold shuts*)

Aliran dingin adalah cacat coran yang terjadi ketika dua dalam aliran logam cair tidak dapat menyatu dengan baik ketika bertemu didalam rongga cetakan yang mengakibatkan timbulnya diskontinuitas pada hasil coran. Cacat jenis ini timbul karena sifat mampu alir logam yang rendah ataupun dari luas melintang permukaan rongga cetakan yang terlalu cair.

#### 5. Salah alir (*mis run*)

Cacat salah alir terjadi ketika logam cair tidak mampu mengisi penuh rongga cetakan dan meninggalkan rongga. Cacat ini terjadi karena sifat mampu alirnya rendah atau ketebalan rongga cetakan terlalu tipis. Hal ini diatasi dengan menaikkan suhu penuangan atau dengan memperbaiki desain cetakan.

#### 6. Cetakan rontok

Ciri utama cetakan rontok adalah bentuk bengkakan yang tak menentu yang disebabkan oleh pecahnya cetakan dan pecahnya pasir ini menyebabkan inklusi pasir di tempat lain, penyebab utamanya adalah penumbukan yang tidak cukup karena kecerobohan dan kekuatan pasir yang tidak cukup tinggi, tetapi pada dasarnya diakibatkan oleh kecerobohan dalam proses pengerjaan.

#### 7. Penyusutan luar

Penyusutan luar dari coran, yang disebabkan karena penyusutan pada pembekuan logam cair. Disebabkan oleh radius coran yang terlalu kecil dan cetakan membengkak karena tidak tahan terhadap temperatur dari aluminium cara pencegahan dari cacat ini dapat dilakukan dengan mendesain coran dengan radius.

#### 8. Lubang jarum

Cacat lubang jarum ialah dimana permukaan dalamnya halus dan berbentuk bola. Ukuran cacat ini ialah dibawah 1mm sampai 2 mm sangat kecil dan berbentuk seperti bekas tusukan jarum. Dalam banyak kejadian lubang jarum tersebar pada permukaan dalamnya berwarna perak atau bewarna biru karena oksidasi. Sebab utamanya ialah kurang keringnya cetakan atau logam cair yang dioksidasi dan menjaga temperatur tuang agar tidak rendah.

## 9. Pelekat

Pada penarikan pola, sebagian besar dari cetakan melekat pada pola, sehingga bisa terbentuk berbagai macam gumpalan melekat pada permukaan coran, hal ini mengakibatkan permukaan coran menjadi buruk, penyebab cacat ini ialah bubuk pemisah yang tidak baik dan kemiringan pola yang tidak cukup baik dan kadar pengikat terlalu banyak.

## 10. Struktur mikro

Secara metalografi produk coran memberikan keuntungan dari proses manufaktur yang lain karena terbentuknya mikro struktur segmental pada coran dapat meningkatkan ketahanan termal sehingga distorsi pada komponen dapat di kontrol. Dengan kata lain komponen-komponen yang berhubungan dengan termal, untuk melihat struktur mikro yang baik ialah tidak terjadinya gumpalan pada campuran dan menyebarkan pada campuran. (Wahyu Suprpto, 2017)

Pada produk foot step sepeda motor yang ada di pasaran mempunyai kualitas yang sangat baik, karena foot step yang di buat di pabrik menggunakan cetakan die atau cetakan baja, sehingga cacat-cacat yang ada pada proses pengecoran tidaklah banyak dan mengurangi proses permesinan. Pada produk foot step sepeda motor yang di buat di pabrik memiliki tungku pelebur yang canggih sehingga bisa melebur aluminium dan campurannya di atas titik lebur logam tersebut sehingga ketika logam cair di tuangkan kedalam cetakan die atau cetakan baja suhu penguangan tidaklah turun sehingga tidak terjadi cacat-cacat pada hasil pengecoran.

### 2.1.2. Bahan – Bahan Pengecoran

#### 1. Besi Cor

Besi cor adalah paduan besi yang mengandung karbon, silisium, fosfor, mangan, dan belerang. Besi cor ini digolongkan menjadi enam macam yaitu : besi cor kelabu, besi cor kelas tinggi, besi cor kelabu paduan, besi cor bergrafit bulat, besi cor mampu tempa, dan besi cor cil.

#### 2. Baja Cor

Baja cor digolongkan ke dalam baja karbon dan baja paduan. Coran baja karbon adalah paduan besi karbon dan digolongkan menjadi tiga macam yaitu, baja karbon rendah, baja karbon menengah, dan baja karbon tinggi. Baja

cor mempunyai struktur yang buruk dan sifat yang getas apabila tidak diadakan perlakuan panas, dengan pelunakan atau penormalan maka baja cor menjadi ulet dan strukturnya menjadi halus.

### 3. Coran Paduan Tembaga

Macam – macam coran paduan tembaga adalah perunggu, kuningan, kuningan kekuatan tinggi, perunggu alumunium dan sebagainya. Sifat – sifat ketahanan korosi dan ketahanan aus dari coran paduan tembaga adalah baik sekali, sehingga bahan ini dapat dipakai untuk bagian – bagian mesin.

### 4. Coran Paduan Ringan

Coran paduan ringan adalah coran paduan alumunium, coran paduan magnesium dan sebagainya. Coran paduan alumunium adalah ringan dan merupakan penghantar panas yang baik sekali, yang dipergunakan apabila sifat tersebut diperlukan.

### 5. Coran Paduan Lainnya

Paduan seng yang mengandung sedikit alumunium dipergunakan untuk pengecoran cetak. Paduan timbal adalah paduan antar timbal, tembaga dan timah dan logam bantalan adalah paduan logam dari timbal. (Tata Surdia, 2018)

## 2.2. Pola Cetakan

Pola dalam pembuatan coran adalah suatu gambaran atau contoh untuk pembuatan cetakan benda coran yang diinginkan. Bahan dari pola untuk suatu pengecoran biasanya digunakan dari kayu, logam, plastik, maupun *foam* (gabus). Penentuan kup, drag dan permukaan pisah adalah hal yang paling penting untuk mendapat coran yang baik. Hal mana membutuhkan pengalaman yang luas dan pada umumnya harus memenuhi ketentuan – ketentuan dibawah ini:

1. Pola harus mudah dikeluarkan dari cetakan.
2. Penempatan inti harus mudah.
3. Sistem saluran harus dibuat dengan sempurna untuk mendapat aliran logam cair yang optimal
4. Terlalu banyak permukaan pisah akan mengambil banyak waktu dalam proses pembuatan cetakan yang menyebabkan tonjolan – tonjolan. (Tata Surdia, 2018)

### 2.2.1. Bahan-Bahan Pola

Bahan-bahan untuk pola yang dipakai adalah kayu, resin, atau logam, dalam hal ini pola yang dipakai merupakan pola dari produk itu sendiri yang berupa terbuat dari alumunium paduan.

#### 1. Kayu

Kayu yang dipakai untuk pola adalah kayu saru, kayu aras, kayu pinus, kayu magoni, kayu jati dan lain – lain. Pemilihan kayu menurut macam dan ukuran pola, jumlah produksi, dan lamanya dipakai. Kayu yang kadar airnya lebih dari 14% tidak dapat dipakai karena akan terjadi pelentingan yang disebabkan perubahan kadar air dalam kayu. Kadang-kadang suhu udara luar harus diperhitungkan, dan ini tergantung pada daerah di mana pola di pakai.

#### 2. Resin Sintetis

Resin polistirena (polistirena berbusa) dipakai sebagai bahan untuk pola yang dibuang setelah dipakai dalam cara pembuatan cetakan yang lengkap. Pola dibuat dengan menambahkan zat pembuat busa pada polistirena untuk membuat berbutir, bentuk dan membuat busa. Bahan resin yang sering dipakai adalah epoxy resin. Bahan resin ini dipakai sebagai bahan pola untuk coran kecil-kecil dari satu masa produksi, atau dilakukan pencetakan dengan mesin. Untuk membuat pola dari resin ini harus dibuat negatifnya dari bahan kayu, logam dan resin sendiri.

#### 3. Pola Logam

Pola logam biasanya yang dipakai adalah besi cor, biasanya yang sering dipakai besi cor kelabu karena sangat tahan aus, tahan panas. Alumunium juga mudah diolah, sehingga sering dipakai untuk pelat pola atau pola mesin pembuat cetakan. (Tata Surdia, 2018)

### 2.3. Cetakan Pasir

Cetakan pasir adalah sebuah media atau wadah yang dapat menampung pasir cetak didalamnya, sehingga pasir cetak tersebut tetap dapat mempertahankan bentuk cetaknya. Cetakan pasir kadang – kadang dibuat dengan tangan atau dapat juga dibuat dengan mesin cetakan. (Tata Surdia, 2018)

#### 2.3.1. Pembuatan Cetakan dengan Tangan

Pembuatan cetakan dengan tangan dilakukan jika jumlah produksinya kecil atau bentuk coran yang sukar dibuat dengan mesin pembuat cetakan. Umumnya pembuatan cetakan dari tangan dilakukan sebagai berikut:

1. Papan cetakan diletakkan pada lantai yang rata dengan pasir yang tersebar mendatar.
2. Pola dan rangka cetakan untuk drag diletakkan diatas papan cetakan. Letak saluran turun ditentukan terlebih dahulu.
3. Pasir muka yang telah diayak ditaburkan untuk menutupi permukaan pola dalam rangka cetak.
4. Pasir cetak ditimbun diatasnya dan dipadatkan dengan penumbuk.
5. Cetakan dibalik dan diletakan pada papan cetakan, dan setengah pola lainnya bersama – sama rangka cetakan untuk kup dipasang diatasnya, kemudian bahan pemisah ditaburkan di permukaan pisah dan di permukaan pola.
6. Batang saluran turun atau pola penambah dipasang, kemudian pasir muka dan pasir cetak dimasukkan dalam rangka dipadatkan. (Tata Surdia, 2018)

#### 2.3.2. Pembuatan Cetakan secara Mekanik

Mesin pembuat cetakan dipilih mengingat: ukuran, bentuk, berat, jumlah produksi dan sebagainya. Umumnya untuk coran yang kecil dipakai mesin pembuat cetakan kecil dan untuk cetakan yang besar dipakai mesin besar, walaupun terkadang mesin besar dipakai untuk coran kecil dengan membuat cetakan kecil dalam jumlah banyak dalam satu rangka cetakan bersama – sama.(Tata Surdia,2018)

#### 2.4. Pasir Cetak

Pasir dapat didefinisikan sebagai butiran – butiran yang terjadi akibat penghancuran batu – batuan.Ukuran dari butir – butir pasir adalah tidak lebih besar dari 1/12 in dan tidak lebih kecil dari 1/400 in. Pasir merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam pembuatan cetakan, karena pasir dapat digunakan untuk logam *ferrous* dan *non ferrous*.(Tata Surdia,2018)

##### 2.4.1. Syarat – Syarat Pasir Cetak

Pasir cetak memerlukan sifat – sifat yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Mempunyai sifat mampu bentuk sehingga mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok sehingga tidak rusak jika dipindah – pindah letaknya dan mampu menahan logam cair saat dituang ke dalam rongga cetak.
2. Permeabilitas pasir yang cocok. Permeabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan cetakan untuk mengalirkan gas – gas dan uap air yang ada didalamnya keluar dari cetakan. Permeabilitas berhubungan erat dengan keadaan permukaan coran. Pada prinsipnya, permeabilitas akan menentukan seberapa besar gas – gas dari cetakan atau logam cair mampu melepaskan diri selama waktu penuangan. Nilai permeabilitas yang rendah menyebabkan kulit coran lebih halus dan terjadilah gelembung udara terperangkap didalam cetakan akan menghasilkan cacat permukaan pada coran.
3. Distribusi besar butir yang sesuai mengikat dua hal diatas terpenuhinya sifat mampu bentuk yang baik dan mudahnya gas-gas keluar dari cetakan. Butiran pasir yang terlalu halus akan mengurangi permeabilitas cetakan, sedangkan butiran yang terlalu kasar akan meningkatkan permeabilitas cetakan. Untuk itu didistribusikan besar butir yang cocok perlu dipertimbangkan
4. Tahan terhadap temperatur logam yang dituang. Pasir dan bahan pengikat harus tahan api sehingga dinding dalam cetakan tidak rontok selama penuangan logam cair.
5. Komposisi yang cocok antara bahan baku pasir dengan bahan tambahan lainnya, mempunyai kekuatan yang baik
6. Agar ekonomis usahakan pasir dapat digunakan lagi. (Tata Surdia, 2018)

#### 2.4.2. Jenis – Jenis Pasir Cetak

Pasir cetak yang paling lazim adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silica yang disediakan alam. Beberapa dari mereka dipakai begitu saja dan yang lain dipakai setelah dipecah menjadi butir – butir dengan ukuran yang cocok dan bersifat adhesi, sedangkan kalau sifat adhesinya kurang maka perlu ditambahkan lempung. Terkadang berbagai pengikat dibutuhkan juga

di samping menggunakan lempung. Beberapa macam pasir cetak menurut asal-usulnya yaitu:

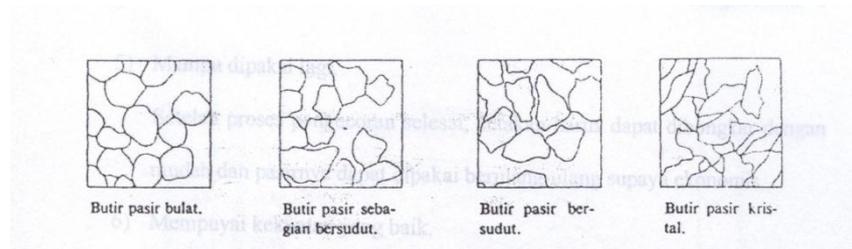
1. Pasir gunung, umumnya digali dari lapisan tua. Mereka mengandung lempung dan kebanyakan dapat dipakai setelah dicampur air. Pasir dengan kadar lempung 10-20% dapat dipakai begitu saja. Pasir dengan kadar lempungkurang dari itu mempunyai adhesi yang lemah dan baru dapat dipakai setelah ditambahkan persentase lempung secukupnya.
2. Pasir pantai dan pasir kali diambil dari pantai dan kali. Pasir jenis ini berisi kotoran seperti ikatan organik yang banyak,. Kotoran ini diinginkan sekecil mungkin. Pasir silika alam dan pasir silika buatan dari kwarsit yang dipecah berisi sedikit kotoran. Pasir pantai, pasir kali, pasir silika alam dan pasir silika buatan tidak melekat dengan sendirinya, oleh karena itu dibutuhkan pengikat untuk mengikat butir – butirnya satu sama lain dan baru dipakai setelah pencampuran.
3. Pasir buatan, adalah pasir yang termasuk kedalam pasir ini adalah pasir *schamotte* yang merupan produk buatan yang berasal dari sejenis lempung ataupun koalin. Umumnya terdiri dari alumunium silikat ( $3Al_2O_3, 2SiO_2$ ) dan kuarsa. Pasir ini memiliki titik lebur  $1750^{\circ}C$ .

#### A. Susunan Pasir Cetak

1. Bentuk butir pasir dari pasir cetak digolongkan menjadi beberapa jenis yaitu:
  - Butir pasir bulat
  - Butir pasir sebagian bersudut
  - Butir pasir bersudut
  - Butir pasir Kristal

Jenis butir pasir bulat baik sebagai pasir cetak, karena memerlukan jumlah pengikat yang lebih sedikit untuk mendapat kekuatan dan permeabiliti yang tertentu, serta mampu alirnya baik. Pasir berbutir kristal kurang baik, sebab akan pecah menjadi butir – butir kecil pada saat pencampuran serta memberikan ketahanan api dan permeabiliti yang buruk pada cetakan, dan selanjutnya membutuhkan pengikat

dalam jumlah banyak. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4. bentuk butir – butir pasir dari pasir cetak dibawah ini.



Gambar 2.4. Bentuk Butir – Butir Pasir Dari Pasir Cetak. (Tata Surdia, 2018)

## 2. Pengikat

Untuk coran yang besar dan cetakan pasir kering, dipakai pasir silika yang telah dicampur dengan tanah lempung yang mempunyai derajat tahan api tinggi. Terkadang dibutuhkan bentonit, bentonit yang terdiri dari butir – butiran halus yang fasa. Keplastisan terjadi karena penggelembungan dengan menambahkan air padanya

## 3. Tambahan khusus

Bubuk arang, tepung ter, jelaga kokas, atau tepung grafit dibutuhkan kira-kira 1% kepada pasir cetak agar permukaan coran menjadi halus, pembongkaran mudah dan dalam beberapa hal mencegah permukaan kasar. (Tata Surdia, 2018)

### 2.4.3. Sifat – Sifat Pasir Cetak

Sifat pasir cetak basah, sehingga penentuan kadar air adalah hal yang sangat penting dalam pembuatan pasir cetak.

1. Sifat penguatan oleh udara, disebabkan oleh pergerakan air dalam cetakan dan penguapan air dari permukaan cetakan.
2. Sifat – sifat kering, penentuan kadar air yang kurang sebelum proses pengeringan.
3. Sifat – sifat panas, pasir cetak harus tahan terhadap tekanan dari aliran logam cair dalam keadaan panas.
4. Sifat – sifat sisa, ketika coran diambil dari cetakan setelah penuangan disebut sifat sisa. Untuk pembongkaran, perlu sifat mampu ambruk yang baik. Sifat mampu ambruk yang baik dari pasir cetak ialah berarti bahwa

cetakan dengan mudah dapat rontok dan pasir dapat mudah disingkirkan dari permukaan coran. (Tata Surdia, 2018)

## 2.5. Bahan Pengikat

Bahan – bahan pengikat yang dapat digunakan untuk membuat pasir cetak ada beberapa jenis yaitu:

### 1. Bahan pengikat yang mengandung unsur silikat.

Beberapa bahan pengikat yang termasuk kelompok ini antara lain:

a) Tanah lempung/tanah liat, merupakan bahan pengikat pasir cetakan yang paling tua penggunaannya. Tanah lempung mengandung tiga jenis komponen yaitu: 1. *Montmorillonit*, 2. *Kaolinit*, 3. *Illite*. Saat ini jenis pengikat yang lazim dipergunakan dipabrik pengecoran adalah bentonit.

b) Bentonit merupakan satu jenis tanah lempung. Bentonit terdiri dari butir – butir halus dari 10 sampai  $0,0\mu$  yang fasa penyusun utamanya adalah monmorillonite ( $Al_2 \cdot O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ ). Keplastisan terjadi karena penggelembungan dengan menambahkan air padanya.

Bentonit digunakan sebagai bahan pengikat pada pembuatan cetakan pasir karena mempunyai sifat – sifat yang diperlukan, yaitu:

1. Menghasilkan daya ikat yang tinggi.
2. Menjadi liat bila basah, sehingga akan memudahkan dalam pembentukan pada proses pembuatan cetakan.
3. Menjadi keras setelah dikeringkan. (I Made Astika, 2010)

c) Semen *portland*, dibentuk dengan cara memanaskan campuran tanah liat halus dengan batu kapur atau kapur di dalam suatu tungku sampai pada suatu suhu yang cukup tinggi untuk membuang seluruh  $CO_2$ . Definisi semen *portland* menurut SNI Nomor 15-2049-2004 adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan tambahan bahan lain. (Toni Prasetyo Widodo, 2014)

d) Air kaca adalah campuran dari natrium silikat ( $Na_2OSi_2 \cdot H_2O$ ) yang terbentuk dari hasil peleburan antara kuarsa dan soda yang dilarutkan

dalam air. Kualitas air kaca dipengaruhi oleh kandungan air dan perbandingan antara SiO dengan Na<sub>2</sub>O yang sering disebut dengan istilah kadar kering atau modulnya. Pada penelitian sebelumnya melakukan penelitian dengan pengaruh cetakan pasir daur ulang berpengikat air kaca terhadap permukaan logam hasil pengecoran, pada penelitian tersebut limbah pasir ditumbuk secara perlahan hingga hancur merata dan halus lalu penambahan kadar air kaca yang baru dengan variasi penambahan air kaca sebesar 7% dan 10% dan nilai kekutan cetakan pasir lebih keras pada kadar 10%. (Moch Iqbal Zaelana Muttahar, 2018)

### 1. Hidrat Arang

Beberapa macam tepung dapat digunakan sebagai bahan pengikat pasir cetak cetak seperti tepung terigu, tepung kentang maupun tepung kanji (tapioka). Untuk memperbaiki sifat pasir cetak kadang-kadang dicampurkan gula tetes.

### 2. Mineral organik

Bahan pengikat ini berasal dari lemak hewan maupun lemak tumbuhan. Pasir cetak yang mengandung bahan pengikat ini akan mengeras setelah dipanaskan hingga suhu 220°C selama beberapa jam. Sifat pasir cetak ini dapat ditingkatkan dengan mencampurkan tepung maupun bentonit kedalamnya.

### 3. Sintetis

Bahan sintesis yang umum digunakan sebagai bahan pengikat adalah resin phenol dan resin furan.

- Pengeras dingin, pada sistem ini resin dipisahkan dari katalisnya. Perpaduan antara resin dan katalis akan menyebabkan reaksi dan berubah menjadi kristal. Katalis tersebut berupa cairan maupun gas.
- Pengeras panas, dalam hal ini resin telah diolah lebih lanjut sehingga akan mengeras setelah dipanaskan, resin ini disebut dengan nama resin *hot box*. Setelah ditentukan sejenis resin yang disebut seperti namapenemunya, *croning*, maka resin *hot box* sekin sedikit digunakan. (Yusuf Umardani, 2018)

## 2.6. Alumunium

Alumunium merupakan logam ringan yang paling banyak ditemukan di kerak bumi dan terbanyak ketiga setelah oksigen dan silicon. Alumunium sangat reaktif khususnta dengan oksigen, sehingga unsure alumunium tidak pernah dijumpai dalam keadaan bebas di alam, melainkan sebagai senyawa yang merupakan penyusun utama dari bahan tambang bijih bauksit yang berupa campuran oksida dan hidroksida alumunium. Alumunium merupakan konduktor yang baik, terang dan kuat dapat ditempa menjadi lembaran, ditarik menjadi kawat dan diekstrusi menjadi batangan dengan bermacam-macam penampang. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5 bentuk alumunium dibawah ini. (Indra Irwana, 2018)



Gambar 2.5. Alumunium. (Wahyu Suprpto, 2017)

### 2.6.1. Sifat – Sifat Alumunium

Al didapat dalam keadaan cair dengan elektrolisa, umumnya mencapai kemurnian 99,85% berat. Dengan mengelektronisasi kembali dapat dicapai kemurnian yaitu bahan dengan angka sembilan empat. Ketahanan korosi berubah menurut kemurnian, pada umumnya untuk kemurnian 99% atau di atasnya dapat digunakan di udara tahan dalam waktu bertahun-tahun. Hantaran listrik Al, kira-kira 65% dari hantaran listrik tembaga, tetapi masa jenisnya kira-kira sepertiga sehingga memungkinkan untuk memperluas penampangnya. Oleh karena itu dapat dipergunakan untuk kabel tenaga dan dalam berbagai bentuk umpamanya dalam lembaran tipis seperti di tunjukkan tabel 2.1. sifat- sifat laumunium murni, tabel 2.2 . Sifat-Sifat mekanik alumunium. (Tata Surdia, 1999)

Tabel 2.1.Sifat-Sifat Alumunium Murni.(Tata Surdia, 1999).

Sifat-sifat	Kemurnian Al	
	99,996	>99,0
Massa jenis (20°C)	2,6989	2,71
Titik cair	660,2	653-657
Panas jenis (cal/g.°C) (100°C)	0,2226	0,2297
Hantaran listrik (%)	64,94	59(dianil)
Tahanan listrik koefisien temperatur (°C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuaian(20-100°C)	23,86x10 <sup>-10</sup>	23,5x10 <sup>-10</sup>
Jenis kristal, konstanta kisi	FCC,a=4,013 A	FCC,a=4,04 A

Tabel 2.2.Sifat-Sifat Mekanik Alumunium.(Tata Surdia, 1999).

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		>99,0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	H18
Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan mundur (0,2%) (kg/mm <sup>2</sup> )	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan (%)	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

Sifat teknik bahan alumunium murni dan alumunium paduan dipengaruhi oleh kosentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut alumunium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan alumunium oksida di permukaan logam alumunium segera setelah logam terpapar oleh udara bebas. Lapisan alumunium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi terlalu jauh.Namun pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi alumunium.

## 2.6.2. Jenis Paduan Alumunium

Paduan Al adalah suatu campuran yang mengandung banyak sifat dari material itu sendiri setelah dilakukan perlakuan panas. Berikut ini adalah jenis dari paduan alumunium:

### 1. Jenis Al-Murni

Jenis ini adalah alumunium dengan kemurnian antara 99,0% dan 99,9%. Alumunium dalam seri ini sifatnya baik dalam tahan karat, konduksi panas dan konduksi listrik. Hal yang kurang menguntungkan adalah kekuatan rendah.

### 2. Paduan Al-Cu

Jenis ini adalah paduan alumunium yang mengandung tembaga 4,5%, jenis yang dapat diperlaku panaskan. Dengan melalui pengerasan endap atau penyepuhan sifat mekanik paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak, seperti memiliki kekuatan tinggi, mudah dikerjakan karena memiliki sifat-sifat mekanik dan mampu mesin yang baik tetapi daya tahan korosinya rendah bila dibandingkan dengan jenis paduan lainnya serta mampu cornya agak jelek. Paduan ini biasanya digunakan pada kontruksi keling dan banyak sekali digunakan dalam kontruksi pesawat terbang.

### 3. Paduan Al-Mn

Paduan ini adalah jenis yang tidak dapat diperlaku panaskan sehingga kenaikan kekuatannya hanya dapat diusahakan melalui pengerjaan dingin dalam proses pembuatannya. Bila dibandingkan dengan Al-murni paduan ini mempunyai sifat yang sama dalam hal daya tahan korosidan kekuatan jenis paduan ini lebih unggul dari pada jenis Al-murni. Biasanya digunakan dalam industri kimia dan industri bahan pangan.

### 4. Paduan Al-Si

Paduan Al-Si termasuk jenis yang tidak dapat diperlaku panaskan. Pada paduan yang mengandung Si 8% pada struktur mikronya dikelilingi oleh campuran eutetik antara Al-Si. Pada paduan yang mengandung Si 12% struktur mikro paduan seluruhnya terdiri dari farasa eutektik. Jenis ini dalam keadaan cair mempunyai sifat mampu alir yang baik dan dalam proses pembekuannya hampir tidak terjadi retak, meningkatkan kemampuan

cetak alumunium dan mengurangi korosi. Karena sifat-siatnya maka paduan jenis Al-Si banyak digunakan sebagai bahan atau logam las dalam pengelasan paduan alumunium baik paduan cor maupun paduan tempa.

#### 5. Paduan Al-Mg

Paduan alumunium yang mengandung magnesium sekitar 4% atau 10%. Jenis ini termasuk paduan yang tidak dapat diperlaku panaskan dan lebih sulit dituang tetapi mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi, terutama korosi air laut dan alkalis serta memiliki kekuatan yang tinggi. Jenis ini mempunyai kekuatan tarik diatas  $30 \text{ kgf/mm}^2$  perpanjangan diatas 12% setelah perlakuan panas. Paduan ini disebut hidrolinalium dan paduan Al-Mg banyak digunakan tidak hanya dalam kontruksi dalam kontruksi umum, tetapi juga tangki-tangki gas penyimpanan, gas alam cair dan oksigen cair.

#### 6. Paduan Al-Mg-Si

Paduan ini termasuk dalam jenis yang dapat diperlaku panaskan dan mempunyai sifat daya sangat tahan korosi yang cukup dan penghantar listrik yang sangat baik. Paduan alumunium dengan Si 7-9% dan Mg 0,3-1,7% dikeraskan dengan pengerasan prespitai  $\text{Mg}_2\text{Si}$ , sehingga sifat-sifat mekaniknya dapat diperbaiki. Paduan ini dinamakan silumin gama dan dipakai untuk rumah, tromol rem, dan sebagainya. Sifat yang kurang baik dari paduan ini adalah terjadi pelunakan pada daerah luas sebagai akibat dari panas pengelasan yang timbul.

#### 7. Paduan Al-Zn

Paduan ini termasuk jenis yang dapat diperlaku panaskan. Biasanya ke dalam paduan pokok Al-Zn ditambahkan Mg, Cu, dan Cr. Kekuatan tarik yang dapat dicapai lebih dari  $50 \text{ kg/mm}^2$ , sehingga paduan ini dinamakan juga ultra duralumin. Berlawan dengan kekuatan tariknya, sifat mampu las dan daya tahan korosinya kurang menguntungkan. Dalam waktu akhir-akhir ini paduan Al-Zn-Mg mulai banyak digunakan dalam kontruksi las, karena jenis ini mempunyai sifat mapu las dan daya tahan korosi yang lebih baik dari pada paduan dasar Al-Zn. (R. Bagus Suryasa Majanasastra, 2016)

### 2.7. Pengujian Produk

#### 2.7.1. Pengujian Kekerasan

Kekerasan adalah sifat yang dapat diandalkan sebagai pengganti kekuatan bahan. Pengukuran kekerasan adalah mudah, sehingga banyak dilakukan dalam pemilihan bahan. Ada beberapa macam alat penguji kekerasan yang dipergunakan sesuai dengan : Bahan, kekerasan, ukuran dan hal lain-lainnya dari suatu produk. Beberapa alat pengujian kekerasan adalah sebagai berikut:

#### 1. Kekerasan Brinell

Kekerasan ini dilakukan dengan menekan permukaan produk yang diukur dengan beban  $P$  kgf. Kekerasan brinell adalah beban  $P$  dibagi luas bidang ( $mm^2$ ) penekanan yang merupakan deformasi tetap sebagai akibat penekanan.

#### 2. Kekerasan Rockwell

Kekerasan Rockwell adalah harga yang didapat dari pengukuran dalamnya penekanan. Harga yang diketahui dapat dilihat dengan cara melihat indicator jarum yang terpasang pada alat tersebut

#### 3. Kekerasan Vickers

Dalam pengujian ini dipakai pyramid diaman dengan sudut bidang-duanya  $136^\circ$  sebagai penekan. Kekerasan Vickers ditentukan serupa seperti penentuan kekerasan brinell yaitu beban dibagi luas permukaan bekas penekanan. Ada juga alat penguji kekerasan vicker khusus, yaitu untuk mengukur segregasi dalam struktur logam dengan pertolongan sebuah mikroskop.

#### 4. Kekerasan Shore

Dalam pengujian ini dilakukan dengan jalan menjatuhkan bola diaman pada permukaan bahan yang diukur, kemudian tinggi pantulannya diukur, dimana tinggi tersebut merupakan ukuran kekerasan Shore. Hasil pengukuran kekerasan Shore lebih tidak beratur, sehingga pengukuran harus dilakukan 5 sampai 10 kali yang kemudian diambil harga rata-ratanya. (Tata Surdia, 2018)

### 2.7.2. Pengujian Mikrostruktur

Secara metalografi produk coran memberikan keuntungan dari proses manufaktur yang lain karena terbentuknya mikrostruktur pada coran dapat meningkatkan ketahanan termal sehingga distorsi pada komponen dapat dikontrol.

Dengan kata lain produk coran sangat baik untuk komponen-komponen yang berhubungan dengan termal seperti: blok silinder, piston, cetakan permanen, dan lain-lain. Pengamatan struktur mikro untuk mempelajari kristalografi coran sehingga dapat mengetahui sifat fisik dan mekaniknya. Pengamatan mikro dengan bantuan alat pembesar misalnya lope dan mikroskop optic. Mikroskop dengan pembesaran yang cukup dapat dilihat susunannya dan dapat ditentukan secara fotografis. Benda uji harus diratakan dan dihaluskan terlebih dahulu dengan mesin, misalnya dikikir, digerinda, diasah, dan dipoles. (Wahyu Suprpto, 2017)

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu

##### 3.1.1. Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian dilaksanakan dilaboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, Jl. Kapten Muchar Basri No. 3 Medan.

##### 3.1.2. Waktu Penelitian

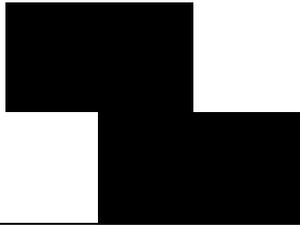
Waktu penelitian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing, dan terlihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1. Jadwal dan Kegiatan Saat Melaksanakan Penelitian.

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Study literature	■	■						
2.	Persiapan bahan		■						
3.	Melakukan proses peleburan		■	■					
4.	Penyediaan cetakan pasir (pembuatan spesimen)			■	■				
5.	Finishing					■			
6.	Pengujian: kekerasan, mikrostruktur					■	■		
7.	Pengolahan						■	■	

data hasil  
pengujian  
8 Penulisan  
laporan

---



### 3.2. Bahan dan Alat

Dalam proses pembuatan dan pengujian tuas rem berbahan alumunium daur ulang menggunakan beberapa alat dan bahan untuk membuat spesimen yang kemudian dapat dilakukan pengujian.

#### 3.2.1. Bahan

Adapun bahan-bahan yang dipakai dalam pembuatan foot step sepeda motor berbahan alumunium daur ulang sebagai berikut.

##### 1. Alumunium

Bahan alumunium yang digunakan adalah alumunium daur ulang seperti yang ditunjukkan gambar 3.1.dibawah ini.



Gambar 3.1. Limbah Alumunium

##### 2. Bentonit

Bahan pengikat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bentonit seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2.dibawah ini.



Gambar 3.2. Bentonit

### 3. Pasir silika

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir silika seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3.dibawah ini.



Gambar 3.3. Pasir Silika

### 4. Air

Air digunakan untuk mencampur pengikat bentonit dalam cetakan pasir seperti ditunjukkan pada gambar 3.4.dibawah ini.



Gambar 3.4. Air

### 3.2.2. Alat

#### 1. Cetakan

Cetakan digunakan untuk mencetak produk, seperti ditunjukkan gambar 3.5.dibawah ini.



Gambar 3.5. Cetakan

#### 2. Tungku pelebur

Tungku pelebur digunakan untuk melebur aluminium, seperti ditunjukkan gambar 3.6.dibawah ini.



Gambar 3.6. Tungku pelebur

### 3. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menentukan kadar pasir silika, bentonit dan abu vulkanik, seperti ditunjukkan gambar 3.7. dibawah ini.



Gambar 3.7. Timbangan

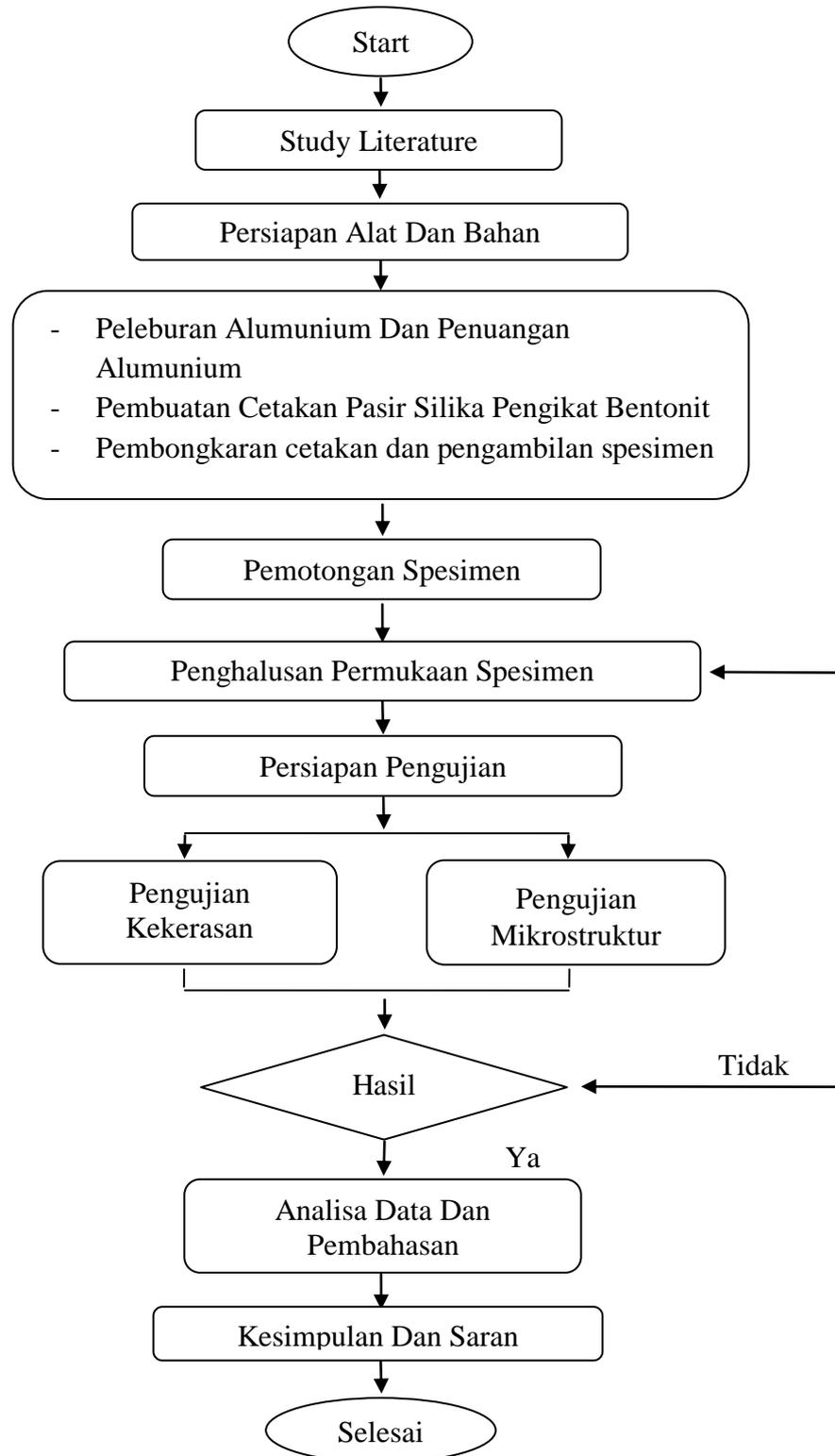
### 4. Kertas Pasir

Kertas pasir digunakan untuk menghaluskan permukaan hasil coran, seperti ditunjukkan gambar 3.8. dibawah ini.



Gambar 3.8. Kertas Pasir

### 3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.9. Diagram Alir

### 3.3.1. Keterangan Diagram Alir

1. Study literature, merupakan bagian sangat penting dari sebuah proposal atau laporan penelitian, teori-teori yang melandasi dilakukannya penelitian. Studi literatur dapat dicitakan sebagai kegiatan yang meliputi mencari, membaca dan menelaah laporan-laporan penelitian dan bahan pustaka yang memuat teori-teori yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Persiapan alat dan bahan, adalah mengumpulkan bahan-bahan yang diperlukan seperti pasir silika, bentonit, dan air, disertai dengan mempersiapkan alat-alat yang diperlukan seperti pola, timbangan dan tungku pelebur.
3. a. Peleburan alumunium, yaitu melebur alumunium daur ulang menggunakan tungku pelebur.  
b. Pembuatan cetakan pasir silika dengan pengikat bentonit meliputi:
  - Pembuatan cetakan pasir silika pengikat bentonit adalah mencampur pasir silika 10 kg, bentonit 3 kg dan air 500ml.
  - Pembuatan cetakan pasir silika pengikat bentonit adalah mencampur pasir silika 10 kg bentonit 5 kg dan air 500ml.c. Pembongkaran cetakan, yaitu membongkar cetakan pasir silika dan mengambil hasil coran.
4. Pemotongan spesimen, adalah pemotongan saluran masuk dan saluran keluar hasil coran.
5. Penghalusan permukaan spesimen, adalah menghaluskan permukaan spesimen yang telah dipotong menggunakan kertas pasir 100, 200, 500, 1000, dan 1500.
6. Persiapan pengujian, yakni mempersiapkan spesimen uji sebelum dilakukan pengujian.
7. Uji kekerasan yaitu untuk melihat perbandingan kekuatan keras yang ada pada spesimen.
8. Uji mikrostruktur, yaitu untuk melihat struktur logam yang ada pada permukaan spesimen dengan pembesaran 100 x, dan 200 x
10. Hasil, merupakan data yang didapat setelah melakukan pengujian.

a. Tidak : Jika spesimen masih perlu perlakuan penghalusan permukaan.

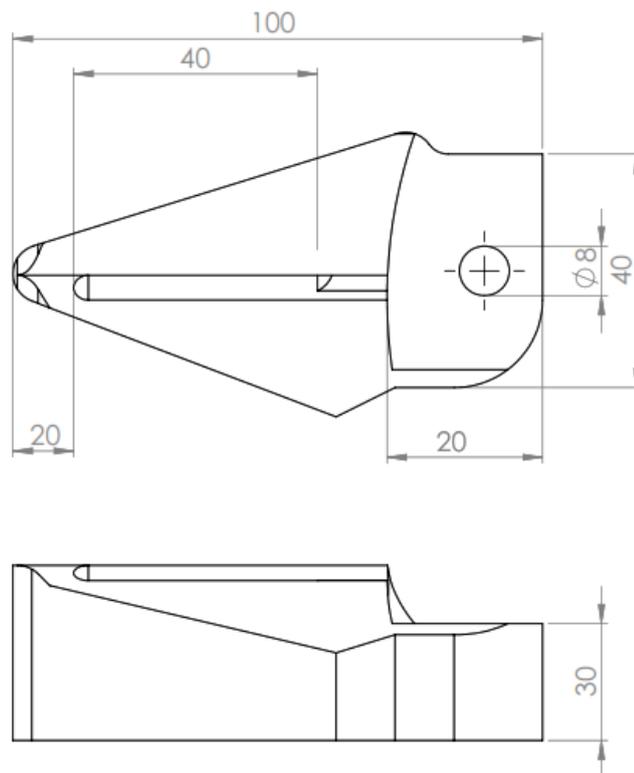
b. Ya : Jika hasil spesimen sudah memenuhi kriteria pengujian.

11. Analisa data dan pembahasan yaitu hasil dari pengecoran dilakukan pengujian yang akan mendapatkan hasil setiap variasi cetakan pasir silika yang berbeda.

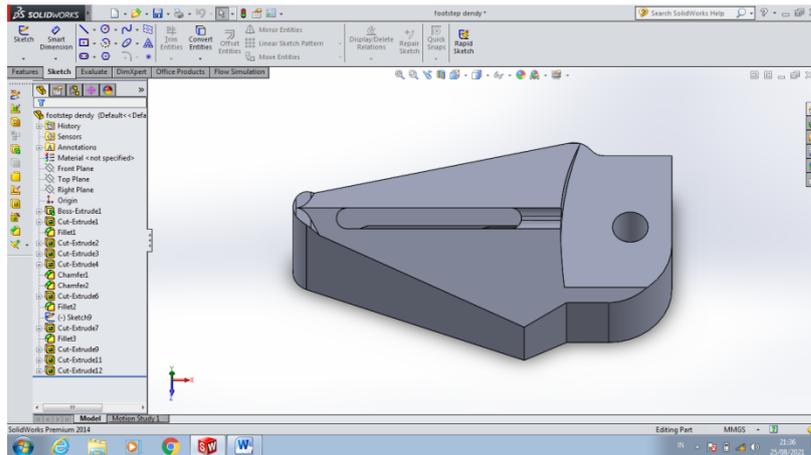
12. Kesimpulan adalah data-data yang didapat dari hasil analisa terhadap hasil coran.

### 3.4. Rancangan Produk

Adapula suatu rancangan dalam pembuatan produk foot step, rancangan produk foot step dirancang dengan menggunakan aplikasi solidwork, seperti ditunjukkan pada gambar 3.10.dan 3.11.dibawah ini:



Gambar 3.10. Rancangan Produk *FootStep*



Gambar 3.11. Rancangan Solidwork Produk *Footstep*

### 3.5. Proses Pembuatan Produk *Footstep*

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan produk adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan logam limbah alumunium, seperti ditunjukkan pada gambar 3.12. dibawah ini.



Gambar 3.12. Limbah Alumunium

2. Mempersiapkan cetakan sebagai wadah dari cetakan pasir, seperti ditunjukkan pada gambar 3.13. dibawah ini.



Gambar 3.13. Cetakan

3. Menimbang pasir silika, dan pengikat bentonit, seperti ditunjukkan gambar 3.14. dibawah ini:



Gambar 3.14. Menimbang

Komposisi pasir silika dan bentonit meliputi:

- Cetakan variasi 1, pasir silika 10 kg, bentonit 3 kg, dan air 500 ml.
  - Cetakan variasi 2, pasir silika 10 kg, bentonit 5 kg, dan air 500 ml.
4. Mencampur pasir silika dan bentonit dan air lalu aduk hingga rata kemudian masukkan kedalam pola cetakan disertai dengan meletakkan contoh produk yang akan dicetak kedalam pola cetakan, seperti ditunjukkan gambar 3.15 dibawah ini. Langkah ini dilakukan sebanyak 2 kali.



Gambar 3.15. Proses Menyetak

5. Membuat lubang masuk dan keluar cairan aluminium dan melepas contoh produk yang sudah tercetak didalam cetakan pasir, seperti ditunjukkan pada gambar 3.16. dibawah ini.



Gambar 3.16. Membuat Lubang

6. Menutup kembali cetakan pasir, seperti ditunjukkan pada gambar 3.17 dibawah ini.



Gambar 3.17. Cetakan Pasir

7. Melebur logam alumunium di tungku pelebur, seperti ditunjukkan gambar 3.18 dibawah ini.



Gambar 3.18 Melebur Alumunium

8. Menuangkan cairan logam alumunium kedalam cetakan melalui lubang masuk, seperti ditunjukkan gambar 3.19 dibawah ini



Gambar 3.19. Menuang Cairan Alumunium

9. Membongkar cetakan hasil coran, seperti ditunjukkan gambar 3.20 dibawah ini.



Gambar 3.20. Membongkar Cetakan

10. Finishing hasil coran seperti ditunjukkan gambar 3.21 dibawah ini.



Gambar 3.21. Finishing

### 3.6. Prosedur Pengujian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian spesimen adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan spesimen pengujian.
2. Melakukan penghalusan permukaan spesimen pengujian.
3. Melakukan pengujian kekerasan, dan pengujian mikrostruktur.
4. Mencari hasil rata-rata pengujian kekerasan, dan melihat hasil coran pada pengujian mikrostruktur
5. Mengetahui nilai hasil pengujian spesimen yang menggunakan cetakan pasir dengan hasil pengujian produk pasar.
6. Selesai.

### 3.6.1. Uji Kekerasan Brinell

Alat uji kekerasan yang digunakan adalah dengan metode kekerasan brinell. Pengujian dilakukan dengan menekan permukaan produk yang diukur dengan beban 500 kg dengan waktu penahanan selama 5 detik. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin USU. Adapun bentuk dari alat uji kekerasan brinell yang digunakan seperti pada gambar 3.22 dibawah ini.



Gambar 3.22. Brinell Hardness Tester

Adapun spesifikasi dari mikroskop optik yang digunakan adalah :

- Merk : Torsee
- Kapasitas : 3000 kg

Adapun prosedur yang dilakukan untuk pengujian kekerasan (*hardness test*) adalah sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan benda uji dengan menghaluskan permukaan spesimen yang akan dilakukan pengujian.
- 2) Pasang spesimen diatas meja uji (*anvil*) pada mesin brinell.
- 3) Buka keran untuk menyalurkan udara kompresi dari kompresor ke mesin brinell.
- 4) Atur besar beban.
- 5) Menerapkan beban dan memperhatikan indentor mulai menekan permukaan spesimen.

- 6) Menerapkan waktu penekanan.
- 7) Setelah waktu penerapan beban selesai matikan keran kompresi udara dan ambil spesimen dimeja uji.
- 8) Menghitung nilai kekerasan spesimen.

### 3.6.2. Uji Mikro Struktur

Alat uji metallografi yang digunakan adalah mikroskop optik. Alat ini digunakan untuk mengetahui mikrostruktur dari suatu material yang di uji. Mikroskop optik ini disambungkan dengan laptop yang nantinya hasil foto mikrostruktur dapat kita simpan dalam bentuk file foto. Adapun bentuk dari mikroskop optik yang digunakan seperti pada gambar 3.23 dibawah ini.

Adapun spesifikasi dari mikroskop optik yang digunakan adalah :

- Merk : Raxvision Material Plus
- Lensa Pembesaran : 50x, 100x, 200x, 500x, dan 800x.



Gambar 3.23. Mikroskop Optik.

Pengujian metallografi dilakukan untuk melihat mikrostruktur yang ada dipermukaan spesimen. Pengujian ini menggunakan *Reflected Metallurgical Microscope* dengan tipe Raxvision dan dilakukan di Laboratorium Metallurgi Teknik Mesin USU.

Adapun prosedur yang dilakukan untuk pengujian metalografi (*metallography test*) adalah sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan benda uji dengan menghaluskan permukaan spesimen yang akan dilakukan pengujian.
- 2) Benda uji digosok dengan kertas amplas menggunakan mesin polish diatas permukaan yang rata dan penggosokan dilakukan dengan menggunakan

kertas amplas tahan air yang di aliri air. Ukuran kertas amplas yang digunakan adalah kekasaran 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, dan 1500. Permukaan yang dilakukan dengan pengamplasan hanya satu permukaan saja.

- 3) Setelah dipolis dengan kertas pasir, spesimen dipolis lagi dengan *autosol* agar mikrostruktur spesimen terlihat jelas di mikroskop optik.
- 4) Dilihat mikrostruktur yang ada dipermukaan spesimen.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Produk Foot Step

Setelah dilakukan pengecoran, maka hasil pengecoran foot-step dapat dijelaskan sebagai berikut:

##### 4.1.1. Hasil Pengecoran

Hasil dari pengecoran sebelum pengerjaan finishing sebagai berikut.

- Hasil cetakan pertama memiliki kekasaran yang kurang baik, tingkat kesempurnaan yang baik, namun memiliki penyusutan dan rontokan cetakan.
- Hasil cetakan kedua memiliki kekasaran baik, tingkat kesempurnaan yang baik dan rendahnya penyusutan cetakan.

Hasil dari pengecoran dari cetakan pasir pengikat bentonit, seperti ditunjukkan pada gambar 4.1 dibawah ini.



(a)

(b)

Gambar 4.1. (a) Hasil Coran Variasi 1, (b) Hasil Coran Variasi 2

##### 4.1.2. Hasil Pengecoran Setelah Finishing

Setelah dilakukan finishing pada hasil coran maka diperoleh hasil produk, seperti ditunjukkan pada gambar 4.2. dibawah ini:



(a)

(b)

Gambar 4.2 (a) Hasil Coran Variasi 1, (b) Hasil Coran Variasi 2

- a) Pembuatan hasil coran variasi pertama menggunakan pasir silika 10 kg, bentonit 3 kg dan air 500 ml.
- b) Pembuatan hasil coran variasi kedua menggunakan pasir silika 10 kg, bentonit 5 kg dan air 500 ml.

#### 4.1.3. Spesimen Uji

Setelah dilakukan finishing pada hasil coran maka untuk dilakukan pengujian kekerasan dan mikrostruktur perlu dilakukan pemotongan menjadi spesimen uji, seperti ditunjukkan pada gambar 4.3. dibawah ini:



(a)

(b)

Gambar 4.3 (a) Spesimen Variasi 1, (b) Spesimen Variasi 2

## 4.2. Hasil Pembuatan Cetakan

### 4.2.1. Hasil Pembuatan Cetakan Pasir Silika Pengikat Bentonit

Dalam pembuatan cetakan pasir silika pengikat bentonit maka didapat hasil sebagai berikut:

- Dalam pembuatan cetakan pertama pasir silika pengikat bentonit dengan komposisi pasir silika 10 kg, bentonit 3 kg dan air 500 ml,

mencampur pasir silika dengan bentonit membutuhkan waktu 10-20 menit, cetakan pertama memiliki permukaan yang agak kasar dan sedikit berongga.

- Dalam pembuatan cetakan kedua pasir silika pengikat bentonit dengan komposisi pasir silika 10 kg, bentonit 5 kg dan air 500 ml, mencampur pasir silika dengan bentonit membutuhkan waktu 10-20 menit, cetakan kedua memiliki permukaan yang halus dan dan sedikit berongga.

Hasil dari pengecoran dari cetakan pasir pengikat bentonit, seperti ditunjukkan pada gambar 4.4. dibawah ini.



(a)

(b)

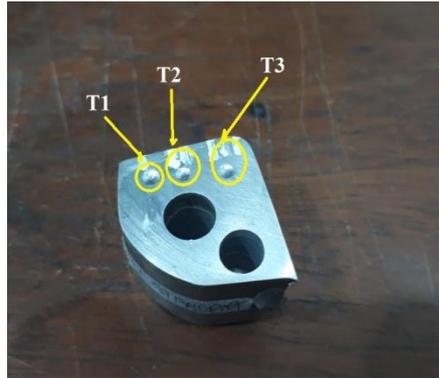
Gambar 4.4 (a) Cetakan Variasi 1, (b) Cetakan Variasi 2

#### 4.3. Pengujian Hasil Coran

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian dengan melihat hasil pengujian kekerasan dan pengujian mikrostruktur.

##### 4.3.1 Hasil Pengujian Kekerasan

Pada Pengujian kekerasan ini menggunakan pengujian kekerasan brinell dengan diambil 3 titik penekanan yakni T1, T2, dan T3, seperti ditunjukkan pada gambar 4.5 dibawah ini:



Gambar 4.5 Titik Uji Spesimen

Hasil pengujian kekerasan pada beban 500 kg dan waktu penahanan selama 5 detik untuk ketiga titik pada setiap spesimen dapat terlihat pada tabel 4.1.dibawah ini.

Tabel 4.1.Hasil Pengujian Kekerasan Pada Spesimen

No	Spesimen	T1	T2	T3	Rata-Rata (BHN)
1	Standar	80,45	74,27	74,27	76,33
2	Variasi 1	63,69	63,69	63,69	63,69
3	Variasi 2	59,14	63,69	68,71	63,84

Untuk mencari nilai rata-rata dari hasil pengujian di cari dengan rumus sebagai berikut:

T1= Titik 1

T2= Titik 2

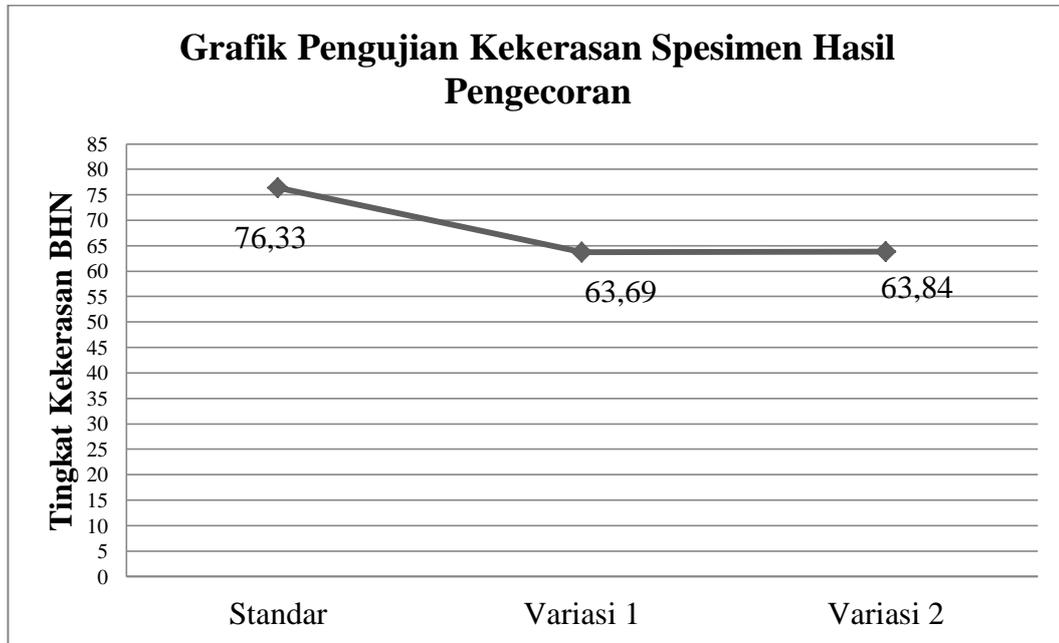
T3= Titik 3

Ra= Nilai rata-rata.....?

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Spesimen Standar :Ra} &= \frac{T1+T2+T3}{3} \\
 &= \frac{80,45+74,27+74,27}{3} \\
 &= 76,33 \text{ BHN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Spesimen Variasi 1 :Ra} &= \frac{T1+T2+T3}{3} \\
 &= \frac{63,69+63,69+63,69}{3} \\
 &= 63,69 \text{ BHN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{Spesimen Variasi 2 : } Ra &= \frac{T1+T2+T3}{3} \\
 &= \frac{59.14+63,69+68.71}{3} \\
 &= 63,84 \text{ BHN}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.6. Grafik Pengujian Kekerasan

Berdasarkan gambar 4.6 diatas, bahwa hasil pengujian kekerasan pada spesimen dapat dijelaskan sebagai berikut:

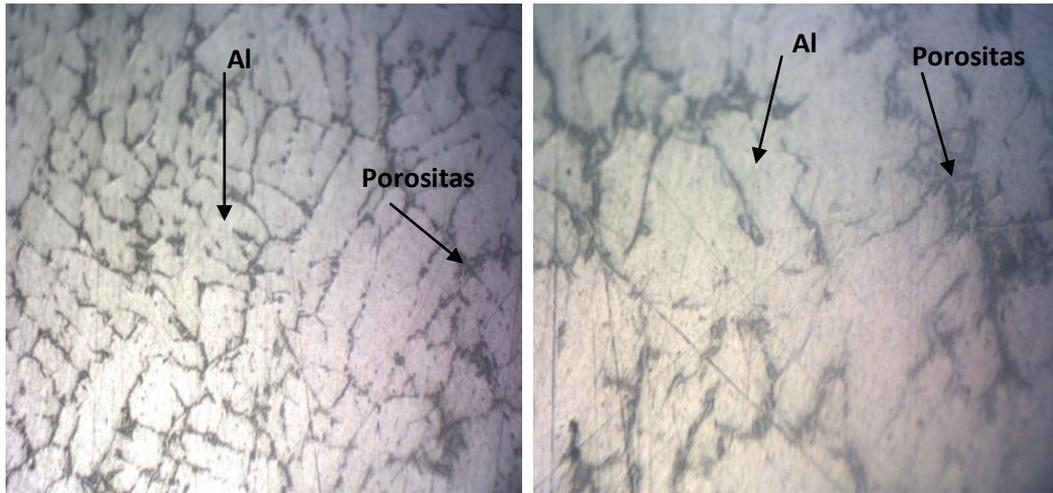
1. Hasil pengujian spesimen standar memiliki rata-rata 76,33 BHN dikarenakan spesimen tersebut di cor menggunakan cetakan permanen pabrik.
2. Hasil pengujian specimen variasi 1 memiliki rata-rata 63,69 BHN dikarenakan spesimen tersebut di cor mengguna kan cetakan pasir dengan komposisi pasir silika 10 kg, bentonit 3 kg, dan air 500 ml, nilai rata-rata kekerasan disebabkan oleh pengaruh komposisi pengikat yang dimasukkan kedalam cetakan pasir.
3. Hasil pengujian spesimen variasi 2 memiliki rata-rata 63,84 BHN dikarenakan spesimen tersebut di cor mengguna kan cetakan pasir dengan komposisi pasir silika 10 kg, bentonit 5 kg, dan air 500 ml, nilai rata-rata

kekerasan disebabkan oleh pengaruh komposisi pengikat yang dimasukkan kedalam cetakan pasir.

#### 4.3.2. Hasil Pengujian Mikrostruktur

Hasil pengujian mikrostruktur dengan pembesaran 100x dan 200x ditunjukkan pada gambar 4.7 dan 4.8 dibawah ini :

##### 1. Spesimen Uji Variasi 1



(a)

(b)

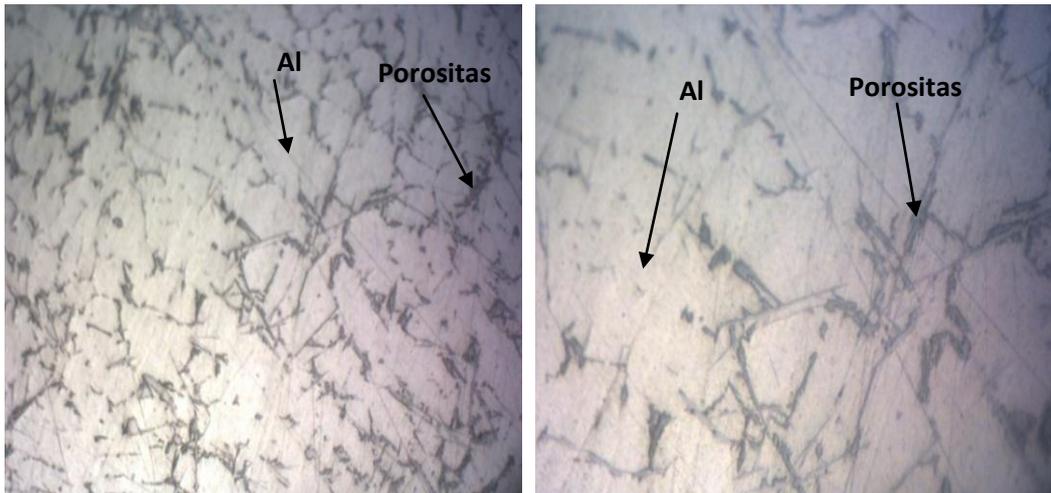
Gambar 4.7 (a) Pembesaran 100 x, (b) Pembesaran 200 x

Hasil pengujian mikrostruktur pada spesimen variasi 1 dengan komposisi cetakan pasir 10 kg, bentonit 3 kg, air 500 ml diketahui memiliki:

- Penyebaran alumunium yang baik
- Jumlah porositas yang tinggi

Hal ini disebabkan karena kurangnya komposisi pengikat, sehingga hasil pengecoran spesimen variasi 1 memiliki struktur mikro yang kurang baik.

## 2. Spesimen Uji Variasi 2



(a)

(b)

Gambar4.8 (a) Pembesaran 100 x, (b) Pembesaran 200 x

Hasil pengujian mikrostruktur pada spesimen variasi 2 dengan komposisi cetakan pasir 10 kg, bentonit 5 kg, air 500 ml diketahui memiliki:

- Penyebaran alumunium yang baik
- Jumlah porositas yang rendah

Hal ini disebabkan karena komposisi pengikat cukup, sehingga hasil pengecoran spesimen variasi 2 memiliki struktur mikro yang baik.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian kekerasan, nilai rata-rata kekerasan tertinggi terletak pada spesimen standar 76,33 BHN, dan yang terendah terletak pada spesimen variasi pertama 63,69 BHN, maka dapat diketahui untuk hasil pengujian kekerasan yang baik terletak pada spesimen standar dikarenakan spesimen standar menggunakan cetakan permanen sehingga tidak memiliki penyusutan dan rongga coran yang tinggi.
2. Hasil struktur mikro variasi coran yang didapat dari kedua variasi cetakan pasir dapat disimpulkan bahwa, hasil struktur mikro yang baik terletak pada spesimen variasi kedua karena memiliki porositas yang rendah, hal ini dipengaruhi oleh penambahan komposisi bentonit sebagai bahan campuran pengikat dalam cetakan pasir silika. Sementara itu untuk hasil struktur mikro yang buruk terletak pada spesimen pertama, karena memiliki porositas yang tinggi, hal ini disebabkan karena kurangnya komposisi pengikat bentonit.
3. Berdasarkan hasil pengujian mikrostruktur dan pengujian kekerasan kedua hasil coran, maka dapat disimpulkan bahwa struktur mikro mempengaruhi suatu nilai kekerasan pada coran, semakin baik struktur mikro tersebut maka semakin baik pula nilai kekerasan pada suatu hasil coran.

#### 5.2. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut maka penulis memberikan saran yang sekiranya dapat membantu dalam dunia pengecoran terutama pengecoran metode pasir cetak. Pada pengecoran selanjutnya disarankan untuk dapat menambahkan logam paduan kedalam peleburan, agar hasil coran ketika dilakukan pengujian kekerasan dapat mengimbangi produk pasar, serta didapat juga hasil struktur mikro yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrijono, D., & Suflyanto. (2018). *Bimtek Mutu Produk Cor Baling-Baling Kapal Nelayan Hasil Cetakan Pasir Dengan Bahan Dasar Skrap Alumunium*. Malang: Universitas Merdeka Malang.
- Astika, I. M., Negara, D. P., & Susantika, M. A. (2010). *Pengaruh Jenis Pasir Cetak dengan Zat Pengikat Bentonit Terhadap Sifat Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Basah Cetakan Pasir (Sand Casting)*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Irwana, I. (2018). *Pembuatan Dan Analisa Kekerasan Dan Struktur Mikro Logam Paduan Alumunium Dengan Aditif 6 Fe-1 Ni (% Berat)*. Tangerang Selatan: Universitas Pamulang.
- Majanasastra, R. B. (2016). *Analisis Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Hasil Proses Hydrofoming Pada Material Tembaga (Cu) C84800 Dan Alumunium*. Bekasi: Universitas Bekasi.
- Muttahar, M. I., Notonegoro, H. A., Frista, G., Soegijono, B., Fachrudin, H. G., Susetiyo, F. B., et al. (2018). *Pengaruh Cetakan Pasir Daur Ulang Berpengikat Waterglass Terhadap Permukaan Logam Hasil Pengecoran*. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Affandi. (2021). *Pemanfaatan Logam Sisa Pemesinan Pada Kenalpot Guna Mengurangi Pencemaran Udara*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Suprpto, W. (2017). *Teknologi Pengecoran Logam*. Malang: UB Press.
- Surdia, T., & Chijiwa, K. (2018). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramitha.
- Surdia, T., & Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pt. Pradnya Paramitha.
- Suyitno, Salim, U. A., & Mahardika, M. (2016). *Aplikasi Cetakan Permanen untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas Produk IKM Pengecoran Logam Kuningan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Suyitno, Salim, U. A., & Mahardika, M. (2016). *Aplikasi Cetakan Permanen Untuk Meningkatkan Produksi Dan Kualitas Produk IKM Pengecoran Logam Kuningan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Widodo, T. P. (2014). *Pengaruh Kadar Semen Portland Dalam Pasir Cetak Terhadap Kekuatan Cetakan Pasir, Permeabilitas, Fluiditas, Kekerasan Logam Dan Kualitas Coran Logam AL-SI Dengan Metode Gravitasi Casting*. Malang: Universitas Negeri Malang.

# LAMPIRAN

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM METALURGI

Jalan Almamater Kampus USU Medan, 20155

Telp; (061) 8211236, 8212090 Fax; (061) 8213250

Website; <http://dtm.usu.id> e-mail; [ft\\_usu@usu.ac.id](mailto:ft_usu@usu.ac.id)



Tanggal : 8 April 2021  
Pengujian : Kekerasan (Brinnel Hardness Tester)  
Beban diberikan : 500 Kg  
Diameter Indentor : 5 mm  
Waktu Penahanan : 5 detik  
Material Uji : Aluminium

Nilai Brinnel Hardness Number (BHN) yang diperoleh :

No	Spesimen	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata - rata
1	Standart	80,45	74,27	74,27	76,33
2	Variasi 1	63,69	63,69	63,69	63,69
3	Variasi 2	59,14	63,69	68,71	63,84

Diketahui,

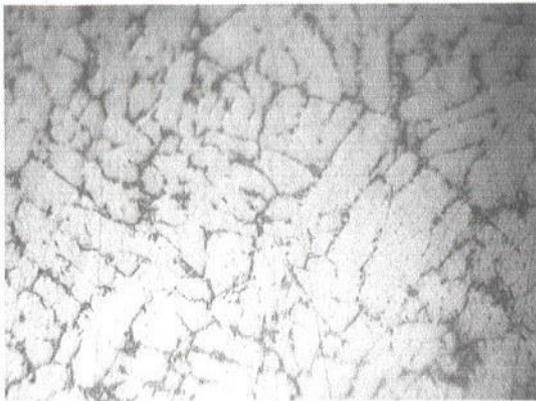


Asisten

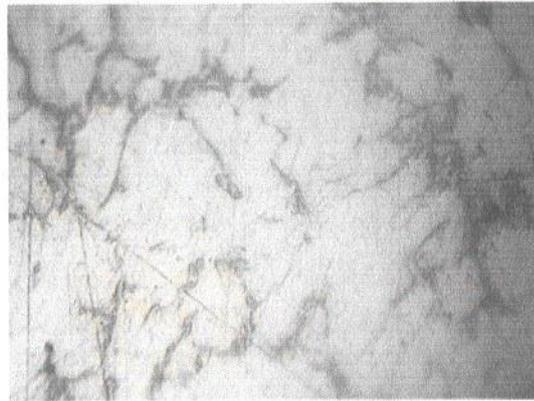


Tanggal : 8 April 2021  
Pengujian : Mikrostruktur  
Alat Uji : Mikroskop Rax Vision Material Plus  
Material Uji : Aluminium

### 1. Spesimen Uji Variasi 1

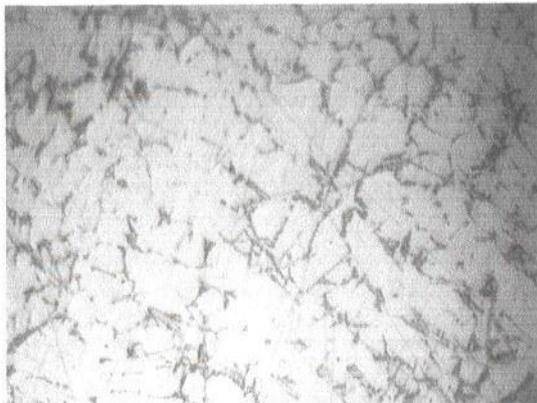


Pembesaran 100 x

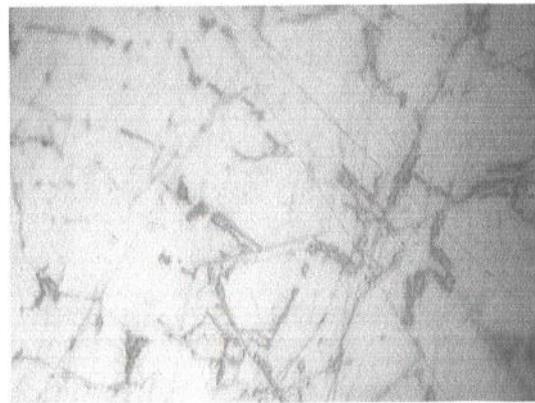


Pembesaran 200 x

### 2. Spesimen Uji Variasi 2



Pembesaran 100 x



Pembesaran 200 x

Diketahui,



Asisten

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Uji Eksperimental Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Produk Foot Step Berbahan Limbah Aluminium Hasil Pengecoran Cetakan Pasir Silika Berpengikat Bentonit

Nama : Dendi Santika  
NPM : 1507230202

Dosen Pembimbing 1 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T  
Dosen Pembimbing 2 : Chandra Amirsyahputra Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- perbaiki bab 1	PH.
	Senin 7/9 2020	- perbaiki bab 2.	PH.
	Selasa 2/2 2021	- perbaiki bab 3	PH.
	Kamis 4/2 2021	- perbaiki lagi bab 3	PH.
	Senin 9/3 2021	- lanjut ke pembimbing 2.	PH.
	Senin 29/3 2021	- perbaiki bab 3 dan 4 lanjutkan bab 5	PH. PH.
	Senin 5/4 2021	- ACC, persiapan seminar hasil	PH.
	1/4 2021	- kuki format, perbaiki hasil dan pembahasan serta kesimpulan	PH.
	5/4 2021	- perbaiki hasil dan bab 3	PH.
	7/10.2021	- ACC seminar.	PH.
	Rabu 16/2 2022.	persiapan sidang	PH.



**MSU**

Cerdas | Terpercaya

Surat ini agar disebarkan  
langsung

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://fatek.umsu.ac.id>

[fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

[f umsumedan](#)

[@ umsumedan](#)

[umsumedan](#)

[umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor : 291/II.3AU/UMSU-07/F/2022**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 21 Februari 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : DENDI SANTIKA  
Npm : 1507230202  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Semester : XIV (EMPAT BELAS)  
Judul Tugas Akhir : UJI EKSPERIMENTAL KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA  
PRODUK FOOT STEP BERBAHAN ALUMINIUM HASIL PENGECORAN  
CETAKAN PASIR SILIKA BERPENGIKAT BENTONIT

Pembimbing - I : AHMAD MARABDI SIREGAR, ST, MT  
Pembimbing - II : CHANDRA AMIRSYAHPUTRA SIREGAR, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 20 Rajab 1443 H

21 Februari 2022 M

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202



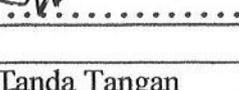
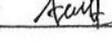
**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar

Nama : Dendi Santika

NPM : 1507230202

Judul Tugas Akhir : Uji Eksperimental Kualitas Produk Foot Step Berbahan Limbah Alumunium Dengan Menggunakan Cetakan Pasir Silika Berpengikat Bentonit

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT			..... 
Pembimbing – II : Chandra A Siregar, ST, MT			..... 
Pemanding – I : Khairul Umurani, ST, MT			..... 
Pemanding – II : Sudirman Lubis, ST, MT			..... 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	150 723 0225	M. BIZALDI PUTRA NSI	
2	1507230102	RIDHO ananda Nasution	
3	150723 000 2	FIKRI ALI FSYAH	
4	150723 0119	Aditya Dwi Pratama NSI	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 22 Jumadil Akhir 1443 H  
24 Januari 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Dendi Santika  
NPM : 1507230202  
Judul Tugas Akhir : Uji Eksperimental Kualitas Produk Foot Step Berbahan Limbah  
Alumunium Dengan Menggunakan Cetakan Pasir Silika Berpengikat  
Bentonit

Dosen Pembanding – I : Khairul Umurani, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Sudirman Lubis, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – II : Chandra A Siregar, ST, MT

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....  
.....  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan, 22 Jumadil Akhir 1443 H  
24 Januari 2022 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

  
  
Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I

  
Khairul Umurani, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Dendi Santika  
NPM : 1507230202  
Judul Tugas Akhir : Uji Eksperimental Kualitas Produk Foot Step Berbahan Limbah Alumunium Dengan Menggunakan Cetakan Pasir Silika Berpengikat Bentonit

Dosen Pembanding – I : Khairul Umurani, ST, MT  
Dosen Pembanding – II : Sudirman Lubis, ST, MT  
Dosen Pembimbing – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT  
Dosen Pembimbing – II : Chandra A Siregar, ST, MT

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*Kelebihan hasil pengerjaan*  
*Substansi gambar & gambar*  
*Kelebihan hasil pengerjaan*

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan 22 Jumadil Akhir 1443 H  
24 Januari 2022 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin  
  
Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II  
  
Sudirman Lubis, ST, MT

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. DATA PRIBADI

1. Nama : DENDI SANTIKA
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Binjai, 27 Agustus 1997
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Kawin
6. Agama : Islam
7. Alamat : Jln. T. Amir Hamzah Lk. V, Binjai
8. No. Hp : 082164129020
9. Email : dendiisantika@gmail.com

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDIKAN FORMAL	TAHUN
1	SD NEGERI 02	2003-2009
2	SMP NEGERI 11 BINJAI	2009-2012
3	SMK PUTRA ANDA BINJAI	2012-2015
4	TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA	2015-2022