

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGIKAT CETAKAN PASIR TERHADAP KUALITAS PRODUK PULLEY BERBAHAN ALUMINIUM DAUR ULANG

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

Disusun Oleh:

M. FACHRI
1507230196



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
UTARA
MEDAN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : M. Fachri
NPM : 1507230196
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Kualitas Produk Pulley
Berbahan Alumunium Daur Ulang
Bidang ilmu : 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, 14 Februari 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



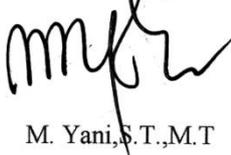
Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



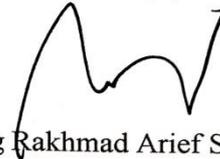
H. Muharnif M, S.T., M.Sc

Dosen Penguji III



M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,




Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : M. Fachri
Tempat /Tanggal Lahir : Binjai Serbangan /16 September 1997
NPM : 1507230196
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Pengaruh Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Kualitas Produk Pulley Berbahan Alumunium Daur Ulang”,

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 orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian 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, 13 Februari 2020

Saya yang menyatakan,



M. Fachri

ABSTRAK

Pengecoran logam dengan cetakan pasir adalah proses manufaktur yang menggunakan logam cair atau alumunium cair dengan cetakan yang terbuat dari pasir untuk menghasilkan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir bentuk jadi. Pengecoran dengan cetakan pasir merupakan metode tertua dari segala jenis metode pengecoran. Cetakan pasir banyak digunakan sebab memiliki keunggulan yaitu dapat mencetak logam cair dengan titik lebur tinggi, dapat mencetak cor dengan berbagai bentuk serta jumlah produk dari satu sampai jutaan. Pulley merupakan produk yang dapat dibuat dengan proses pengecoran. Pulley biasa digunakan untuk mentransmisikan daya dan penggerak. Pulley dengan bahan alumunium biasa dipakai untuk motor listrik dengan kecepatan putaran yang sedang. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi pengikat pasir cetak terhadap kualitas hasil pengecoran. Untuk mengetahui pengaruh variasi pengikat pasir cetak, alumunium hasil pengecoran dilakukan beberapa pengujian yaitu: uji cacat porositas, uji struktur mikro dan uji kekerasan. Pengujian struktur mikro menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 100x dan 200x dan untuk uji kekerasan menggunakan metode HRC (Hardness Rockwell) dengan pengujian di 5 titik benda uji. Penelitian ini menggunakan alumunium daur ulang yang dilebur dalam tungku lebur berbahan bakar gas. Pasir cetak yang digunakan adalah pasir silika dengan variasi pengikat air kaca dan bentonit. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan didapat bahwa jenis pengikat pasir cetak mempengaruhi struktur mikro hasil pengecoran, porositas yang terjadi juga menunjukkan hasil yang berbeda. Hasil pengujian kekerasan didapat yaitu: pada variasi pengikat bentonit nilai kekerasan ialah 30,72 HRC, sedangkan untuk variasi pengikat air kaca dengan nilai kekerasan 31,08 HRC.

Kata kunci: Pasir cetak, variasi pengikat, kekerasan, struktur mikro, cacat porositas.

ABSTRACT

Casting metal with a sand is a manufacturing process that uses molten metal or liquid aluminium with a mold made of sand to generate a form that approximates the end geometry the final shape. Casting with sandprints is the oldest method of any casting method. Sandprints are widely used because they have the advantage of being able to extract liquid metals with high melting points, of scoring leakings with different shapes and quantities of products from one to millions. Pulley is a product that can be made by casting process. Pulley is used to transmit power and propulsion. Pulley with aluminium can be used for electric motor with a low turn speed. The goal of study is to determine how sand binding variation can effect quality of casting result. To understand how variations can be applied to cement bond, casting aluminium was performed by some of the test: porosity test, microstructures test, and hardness test. Micro structure testing using optical microscopes with enlargement 100x and 200x and for hardness test using method hardness Rockwell with testing at five point tes specimen. This study uses recycled aluminium smelted in a gas fired furnace. The printing sand used is silica sand, with variations in water glass bands and bentonite. Based on the result of the test done that a type of sand binding from the printing sands influenced the micro structure of the casting product, and the porosity result are different. Hardness test result obtained that: on a variation of a bentonite rate is 30,72 HRC, and for the variations of the water glass binder with value 31,08 HRC.

Keywords: sand casting, variation adhesive, hardness test, micro structure, porosity

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Kualits Produk Pulley Berbahan Alumunium Daur Ulang” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik 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 M. Yani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T.,selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
4. Bapak H. Muharnif M, S.T.,M.Sc., selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Affandi, S.T.,M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Orang tua penulis: M. Tohir dan Zailinar, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Sahabat-sahabat penulis: Nures Zikha Ahmad, Wandani Syaputra, Andri Kurniawan, Ulil Amri, Fadli Umri Pratama, Febry Andrian, Dana Setiawan 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 konstruksi Teknik Mesin.

Medan, 14 Februari 2020



M. Fachri

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	3
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Alumunium	5
2.2. Paduan Alumunium	6
2.2.1. Paduan Al-Mn	6
2.2.2. Paduan Al-Cu	7
2.2.3. Paduan Al-Si	7
2.2.4. Paduan Al-Mg	8
2.2.5. Paduan Al-Mg-Si	8
2.2.6. Paduan Al-Mg-Zn	9
2.3. Paduan Alumunium Tahan Panas	9
2.4. Pengecoran	9
2.4.1. Jenis-jenis Pengecoran	10
2.4.1.1. Sand Casting	10
2.4.1.2. Centrifugal Casting	10
2.4.1.3. Die Casting	11
2.4.1.4. Investment Casting	11
2.4.2. Membuat Coran	12
2.4.3. Bahan-Bahan Pengecoran	13
2.4.2.1. Besi Cor	13
2.3.3.2. Baja Cor	14
2.3.3.3. Coran Paduan Tembaga	15
2.3.3.4. Coran Paduan Ringan	15
2.5. Dapur Peleburan	16
2.5.1. Tungku Krusibel	16
2.5.2. Tungku Kupola	16
2.5.3. Tungku Busur Listrik	17
2.5.4. Tungku Induksi	17
2.6. Pair Cetak	18

2.6.1. Bahan Pengikat Pasir Cetak	20
2.6.1.1. Bentonit	20
2.6.1.2. Semen	21
2.6.1.3. Air Kaca	21
2.7. Pola Cetakan	21
2.7.1. Bahan Untuk Pola	22
2.7.2. Macam-Macam Pola	23
2.8. Cacat-Cacat Pengecoran	28
BAB 3 METODOLOGI	33
3.1 Tempat dan Waktu	33
3.1.1. Tempat	33
3.1.2. Waktu	33
3.2 Bahan dan Alat	34
3.2.1. Bahan Yang Digunakan	34
3.2.1.1. Pasir Silika	34
3.2.1.2. Air Kaca	34
3.2.1.3. Bentonit	35
3.2.1.4. Alumunium Daur Ulang	35
3.2.2. Alat Yang Digunakan	35
3.2.2.1. Timbangan	35
3.2.2.2. Kotak Kerangka Cetak	36
3.2.2.3. Pipa	36
3.2.2.4. Thermometer Sensor	37
3.2.2.5. Tungku Pelebur	37
3.2.2.6. Mikroskop Optik	38
3.2.2.7. Alat Uji Kekerasan (<i>Hardness Rockwell</i>)	38
3.3 Diagram Alir Penelitian	39
3.3.1. Penjelasan Diagram Alir	40
3.4 Prosedur Pembuatan Produk Pulley	41
3.5 Prosedur Pengujian	44
3.5.1. Pengujian Struktur Mikro	44
3.5.2. Pengujian Kekerasan (<i>Hardness Rockwell</i>)	46
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil Pembuatan Cetakan	47
4.1.1. Cetakan Pasir Dengan Pengikat Air Kaca	47
4.1.2. Cetakan Pasir Dengan Pengikat Bentonit	47
4.2 Hasil Pengecoran Produk	48
4.3 Analisa Jenis Cacat Produk Coran	49
4.3.1. Jenis Cacat Pada Hasil Pengecoran	50
4.4 Pengujian Hasil Pengecoran	53
4.4.1 Pengamatan Porositas	53
4.4.2 Pengujian Struktur Mikro	54
4.4.3 Pengujian Kekerasan (<i>Hardness Rockwell</i>)	56
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1. Kesimpulan	58
5.2. Saran	59

DAFTAR PUSTAKA

60

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

SURAT KETENTUAN PEMBIMBING

BERITA ACARA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Sifat-sifat fisik Alumunium tempaan	5
Tabel 2.2.	Sifat-sifat mekanik Alumunium	6
Tabel 2.3..	Sifat-sifat mekanik paduan Al-Mg	8
Tabel 2.4.	Sifat-sifat mekanik paduan Al-Mg-Si	8
Tabel 2.5.	Temperatur penuangan untuk berbagai coran	19
Tabel 3.1.	Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian	33
Tabel 4.1.	perbandingan cacat yang terjadi pada hasil pengecoran	53
Tabel 4.2.	Hasil pengujian HRC pada spesimen dengan pengikat bentonit	56
Tabel 4.3.	Hasil pengujian HRC pada spesimen dengan pengikat air kaca	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Skema alur cetakan pasir	10
Gambar 2.2.	Proses pengecoran sentrifugal	11
Gambar 2.3.	Proses pengecoran <i>die casting</i>	11
Gambar 3.4.	Proses pengecoran <i>investment casting</i>	11
Gambar 2.5.	Tungku krusibel	16
Gambar 2.6.	Tungku kupola	17
Gambar 2.7.	Tanur listrik tidak langsung masuk	17
Gambar 2.8.	Tanur listrik langsung masuk	17
Gambar 2.9.	Tungku induksi	18
Gambar 2.10.	Bentuk butir-butir pasir cetak	19
Gambar 2.11.	Pola tunggal	24
Gambar 2.12.	Pola belahan	24
Gambar 2.13.	Pola sebelah	24
Gambar 2.14.	Pola belahan banyak	25
Gambar 2.15.	Pola penarikan terpisah	25
Gambar 2.16.	Pola penarikan sebagian	25
Gambar 2.17.	Pola pelat pasangan	26
Gambar 2.18.	Pola plat kup dan drag	26
Gambar 2.19.	Pola cetakan sapuan	26
Gambar 2.20.	Pola penggeret dengan penuntun	27
Gambar 2.21.	Pola penggeret berputar dengan rangka cetak	27
Gambar 2.22.	Pola kerangka	28
Gambar 2.23.	Skema cacat rongga udara	29
Gambar 2.24.	Skema cacat lubang jarum	29
Gambar 2.25.	Skema cacat penyusutan luar	30
Gambar 2.26.	Skema cacat pelekak	30
Gambar 2.27.	Skema cacat cetakan rontok	31
Gambar 2.28.	Skema cacat dorongan keatas	31
Gambar 2.29.	Skema cacat retakan	32
Gambar 3.1.	Pasir silika ³⁴	
Gambar 3.2.	Air kaca	34
Gambar 3.3.	Bentonit	35
Gambar 3.4.	Alumunium daur ulang	35
Gambar 3.5.	Timbangan	36
Gambar 3.6.	Kotak kerangka cetak	36
Gambar 3.7.	Pipa	36
Gambar 3.8.	Thermometer sensor	37
Gambar 3.9.	Tungku pelebur	37
Gambar 3.10.	Mikroskop optik	38

Gambar 3.11.	<i>Hardness Rockwell</i>	38
Gambar 3.12.	Diagram alir penelitian	39
Gambar 3.13.	Alumunium daur ulang	41
Gambar 3.14.	Bahan cetakan	41
Gambar 3.15.	Proses pencetakan pola	42
Gambar 3.16.	Tungku lebur dan gas tabung	42
Gambar 3.17.	Proses peleburan Alumunim	42
Gambar 3.18.	Proses penuangan Alumunium	43
Gambar 3.19.	Proses pembongkaran cetakan	43
Gambar 3.20.	Spesimen yang akan diuji	44
Gambar 3.21.	Mikroskop optik dan laptop	44
Gambar 3.22.	Mesin <i>polish</i>	41
Gambar 3.23.	Alat uji kekerasan <i>rockwell</i>	46
Gambar 4.1.	Hasil pembuatan cetakan	48
Gambar 4.2.	Hasil pengecoran produk	49
Gambar 4.3.	Hasil produk setelah di <i>finishing</i>	49
Gambar 4.4.	Cacat rongga udara	50
Gambar 4.5.	Penyusutan luar	50
Gambar 4.6.	Cacat dorongan keatas	51
Gambar 4.7.	Cacat lobang jarum	51
Gambar 4.8.	Cacat cetakan rontok	52
Gambar 4.9.	Cacat akibat pasir cetak melekat	52
Gambar 4.10.	Spesimen pengujian cacat porositas dan struktur mikro	53
Gambar 4.11.	Perbandingan hasil pengamatan cacat porositas	54
Gambar 4.12.	Perbandingan foto struktur mikro pada pembesaran 100x	55
Gambar 4.13.	Perbandigan foto struktur mikro pada pembesaran 200x	55
Gambar 4.14.	Spesimen uji kekerasan HRC	56

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Alumunium mempunyai peranan penting dalam dunia industri logam karena memiliki sifat yang mudah dibentuk. Logam jenis ini memiliki titik lebur $\pm 660^{\circ}\text{C}$, ketahanan korosi yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan untuk meningkatkan kekuatan mekaniknya dapat di padukan dengan penambahan Cu, Mn, Mg, Si, Zn, Ni, dan sebagainya secara satu persatu atau bersama samamemberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dan sebagainya.

Penggunaan alumunium yang sangat luas akan mengakibatkan timbulnya limbah yang berdampak sangat berbahaya bagi lingkungan. Selain itu bahan dasar untuk pembuatan alumunium sangat terbatas dan biaya produksi yang mahal. Sehingga perlunya dilakukan daur ulang terhadap alumunium bekas yang sudah dipakai atau alumunium yang cacat pada proses pencetakan. Salah satu cara daur ulang ialah proses pengecoran ulang alumunium bekas atau alumunium yang cacat produksi menjadi bahan baku.

Pengecoran merupakan proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan produk baru yang mendekati bentuk geometri produk jadi. Temperatur penuangan merupakan salah satu bagian penting dalam pengecoran karena bila temperatur tuang logam cair terlalu rendah maka rongga yang ada dalam cetakan tidak akan terisi penuh dimana saluran masuk logam cair akan membeku terlebih dahulu, dan jika temperatur tuang logam cair ke cetakan terlalu tinggi maka akan mengakibatkan penyusutan dimensi coran, maka pemilihan temperature tuang merupakan hal penting pada proses pengecoran. Pengecoran alumunium skala kecil hingga skala indistri pada umumnya menggunakan tungku yang memiliki alat bakar. Bahan bakar yang digunakan pada umumnya LNG (*Liquified Natural Gas*), (*Liquified Petroleum Gas*), dan arang.

Salah satu produk yang dapat dibuat dengan pengecoran ialah pulley. pulley merupakan komponen dari suatu mesin, baik itu mesin industri atau mesin motor, pulley adalah alat mekanis yang menggunakan sabuk untuk menjalankan suatu kekuatan alur yang berfungsi menghantarkan daya. Pulley biasa terbuat dari besi, baja tuang, alumunium, plastic dan lain-lain.

Ada dua metode cetakan yaitu metode permanen dan tidak permanen, biasanya pada cetakan permanen berbahan logam dan cara ini relatif lebih baik sedangkan cetakan tidak permanen biasanya berbahan pasir dengan pengikat tanah liat, water glass dan sebagainya. Beberapa kelebihan cetakan pasir sebagai berikut:

1. Mempunyai sifat mampu bentuk sehingga mudah dalam pembuatan cetakan
2. Permeabilitas yang cocok. Dikuatirkan bahwa hasil coran mempunyai cacat seperti rongga penyusutan, gelembung gas, atau kekerasan permukaan, kecuali jika udara atau gas yang terjadi dalam cetakan waktu penuangan disalurkan melalui rongga-rongga di antara butir-butir pasir keluar dari cetakan dengan kecepatan yang cocok
3. Tahan terhadap panas temperature logam yang di tuang.
4. Mampu dipakai lagi agar ekonomis.
5. Harga pasir yang muarah ketimbang logam.

Pasir cetak yang lazim adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika yang disediakan alam. Beberapa dari mereka dipakai begitu saja dan yang lain dipakai setelah di pecah menjadi butir-butir dengan ukuran yang cocok. Kalau pasir mempunyai kadar lempung yang cocok dan bersifat adhesi, mereka dipakai begitu saja, sedangkan kalau sifat adhesinya kurang, maka perlu ditambahkan lempung atau berbagai pengikat yang dibutuhkan selain lempung. Maka berdasarkan latar belakang diatas, akan dibahas tentang PENGARUH PENGIKAT CETAKAN PASIR TERHADAP KUALITAS PRODUK PULLEY BERBAHAN ALUMUNIUM DAUR ULANG, diharapkan dapat memberikan informasi yang dapat membantu para pembaca dalam memahami proses pengecoran logam, pembuatan cetakan pasir, hingga proses pengujian hasil pengecoran.

1.2. Rumusan masalah

Untuk memudahkan proses penelitian maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi pengikat pasir air kaca, dan bentonite terhadap hasil produk coran alumunium.
2. Bagaimana hasil perbandingan uji kekerasan, struktur mikro dan cacat porositas pada peroduk pulley yang dihasilkan cetakan pasir pengikat air kaca dan pengikat bentonite.
3. Bagaiman hasil perbandingan cacat hasil pengecoran pada kedua produk.

1.3. Ruang lingkup

Adapun ruang lingkup yang diangkat sebagai berikut:

1. Kecepatan penuangan dan temperatur penuangan alumunium cair dianggap seragam.
2. Cetakan pasir yang digunakan ialah pasir silika dengan pengikat air kaca, dan bentonite dengan komposisi sebagai berikut:
 - Pasir silika 10 kg, bentonit 3 kg dan air 500 ml
 - Pasir silika 12 kg, air kaca 0,6 kg dan air 200 ml
3. Jumlah produk adalah 2 spesimen hasil coran.
4. Pengujian struktur mikro, cacat porositas, cacat coran dan kekerasan.
5. Pengujian cacat dalam penelitian ini menggunakan metode analisa tingkat cacat dengan indra penglihatan. Yang ditunjukkan melalui foto permukaan luar hasil pengecoran.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan pembuatan produk pulley menggunakan cetakan pasir pengikat air kaca dan bentonite berbahan alumunium.
2. Mengetahui cacat pada produk yang dihasilkan dari cetakan pasir pengikat air kaca dan bentonite.
3. Mengetahui pengaruh jenis pengikat terhadap kekerasan, struktur mikro dan cacat porositas pada hasil pengecoran

1.5. Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan tentang teknologi pengecoran khususnya logam alumunium
2. Menambah pengetahuan tentang variasi pengikat pasir cetakan berupa bentonite dan air kaca.
3. Menjadi bahan refrensi pengetahuan dalam bidang teknologi pengecoran.
4. Memberikan informasi mengenai proses pengecoran logam, pembuatan cetakan pasir, hingga menjadi produk.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Alumunium

Alumunium ditemukan oleh sir Humphrey Davy dalam tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H.C. Oersted, tahun 1825. Secara industri tahun 1886, Paul Heroult di Prancis, dan C.M. Hall di Amerika Serikat secara terpisah telah memperoleh logam alumunium dan alumina dengan cara elektrolisa dari garamnya yang terfusi. Sampai sekarang proses Heroult Hall masih dipakai untuk memproduksi alumunium. Penggunaan alumunium sebagai logam setiap tahunnya adalah pada urutan yang kedua setelah besi dan baja, yang tertinggi diantara logam non fero. Produksi alumunium tahunan didunia mencapai 15 juta ton per tahun pada tahun 1981.

Alumunium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat baik lainnya sebagai logam. Sebagai tambahan untuk meningkatkan kekuatan mekaniknya dapat di padukan dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dan sebagainya. Material ini digunakan didalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, kontruksi bangunan dan sebagainya. (Surdia, T. Saito, S 1992).

Alumunium adalah logam yang sangat reaktif yang membentuk ikatan kimia berenergi tinggi dengan oksigen. Dibandinhgan dengan logam lain, proses ekstrasi alumunium dari batuananya memerlukan energi yang tinggi untuk mereduksi. Proses reduksi ini tidak semudah mereduksi besi dengan menggunakan batu bara, karena alumunium merupakan reduktor yang lebih kuat dari karbon. Resistensi terhadap korosi akibat fenomena pasivasi, yaitu terbentuknya lapisan alumunium oksida ketika alumunium terpapar dengan bebas. Lapisan alumunium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Alumunium paduan tembaga kurang tahan terhadap korosi akibat reaksi galvanik dengan paduan tembaga. (Anggara Dharma, 2011).

Tabel 2.1. Sifat-sifat fisik alumunium tempaan (Ir. Tata surdia, pengetahuan bahan teknik, 1992)

Sifat-sifat	Kemurnian
-------------	-----------

	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)
Koefisien temperature (/°C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuaian (20 – 100°C)	$23,86 \times 10^{-6}$ $f_{cc}, a = 4,013kX$	$23,5 \times 10^{-6}$ $f_{cc}, a = 4,04kX$
Jenis Kristal, konstanta kisi		

Tabel 2.2 Sifat-sifat mekanik alumunium (Ir. Tata surdia, pengetahuan bahan teknik, 1992)

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,96		>99,0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	H18
Kekeuatan tarik (kg/mm^2)	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan mulur (0,2%)(kg/mm^2)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan (%)	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell	17	27	23	44

Tabel 2.1 menunjukkan sifat-sifat fisik Al dan tabel 2.2 menunjukkan sifat-sifat mekaniknya. Ketahanan korosi berubah menurut kemurnian, pada umumnya untuk kemurnian 99,0% atau di atasnya dapat dipergunakan diudara tahan dalam waktu bertahun-tahun. Hantaran listrik Al, kira-kira 65% dari hantaran listrik tembaga, tetapi masa jenisnya kira kira sepertiganya sehingga memungkinkan untuk memperluas penampangannya. (Surdia, T 1992)

2.2. Paduan Alumunium

2.2.1. Al-Mn

Mn adalah unsur yang memperkuat Al tanpa mengurangi ketahanan korosi, dan dipakai untuk membuat paduan yang tahan korosi. Penambahan Mn sekitar 1,2 % meningkatkan kekuatan 10% dari pada alumunium murni dengan sifat tahan korosi dan sifat mampu mesin yang sama dengan alumunium murni. Biasanya paduan ini digunakan untuk peralatan dapur dan juga panel.

2.2.2. Al-Cu

Sebagai paduan coran dipergunakan paduan yang mengandung 4-5 % Cu. Ternyata dari fasanya ini mempunyai daerah luas dari pembekuannya, penyusutan yang besar, resiko pada kegetasan panas dan mudah terjadi retakan pada coran. Adanya Si 4-5 % sangat berguna untuk mengurangi keadaan itu dan penambahan Ti sangat baik untuk memperhalus butir. Paduan dalam sistem ini terutama dipakai pada bagian motor mobil, meteran dan rangka utama pada katup-katup. (Charis Sonny Harsono, 2006)

2.2.3. Al-Si

Paduan Al-Si sangat baik kecairannya, yang mempunyai permukaan bagus sekali tanpa kegetasan panas, dan sangat baik untuk paduan coran, sebagai tambahan ia mempunyai ketahanan korosi yang baik, sangat ringan, koefisien pemuaian yang kecil dan sebagai penghantar yang baik untuk listrik dan panas. Karena mempunyai kelebihan yang mencolok, paduan ini sangat banyak dipakai. Paduan Al – 1,2% Si sangat banyak dipakai untuk paduan cor cetak. Tetapi dalam hal ini modifikasi tidak perlu dilakukan. Sifat-sifat silumin sangat diperbaiki oleh perlakuan panas dan sedikit diperbaiki oleh unsure paduan. Umumnya dipakai paduan dengan 0,15 – 0,4% Mn dan 0,5%Mg. Paduan yang diberikan perlakuan pelarutan dan dituakan dinamakan silumin y, dan yang hanya di temper saja dinamakan silumin. Paduan yang memerlukan perlakuan panas ditambah dengan Mg juga Cu serta Ni untuk memberikan kekerasan pada saat panas, bahan ini biasa dipakai untuk torak motor. (Shinroku Saito, 1992)

2.2.4. Al-Mg

Paduan Al-Mg mempunyai ketahanan korosi yang sangat baik, sejak lama disebut hidronalium dan dikenal sebagai paduan yang tahan korosi. Cu dan Fe sangat berbahaya bagi ketahanan korosi, terutama Cu sangat memberikan pengaruhnya. Maka perlu perhatian khusus terhadap pencampuran unsure pengotor. Paduan dengan 2-3 % Mg dapat mudah ditempa, dirol dan dielstrusi. Paduan ini adalah paduan yang dipakai sebagai bahan tempaan.

Tabel 2.3 Sifat-sifat mekanik paduan Al-Mg (Tata Surdia, Pengetahuan Bahan Teknik, 1992)

Paduan	Keadaan	Sifat-sifat mekanik					
		Kekuatan tarik (kgf/mm ²)	Kekuatan mulur (kgf/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekuatan geser (kgf/mm ²)	Kekerasan brinell	Batas lelah (kgf/mm ²) 5×10^8
5052 (Al – 2,5Mg – 0,25C _R)	O	21,9	8,4	30	12,7	45	12,0
	H38	28,8	25,3	8	16,9	85	13,4
5056 (Al – 5,2Mg – 0,1Mn – 0,1C _r)	O	29,5	15,5	35	18,3	-	14,1
	H18	43,6	40,8	6	23,2	-	15,5

2.2.5. Al-Mg-Si

Kalau sedikit Mg ditambahkan kepada Al, pengerasan penuaan sangat jarang terjadi, tetapi apabila secara simultan mengandung Si, maka dapat dikeraskan dengan penuaan panas setelah perlakuan pelarutan. Hal ini disebabkan karena senyawa Mg₂Si berkelakuan sebagai komponen murni dan membuat keseimbangan dari sistem biner semu dengan Al.

Paduan dalam sistem ini mempunyai kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan-paduan lainnya, tetapi sangat liat, sangat baik mampu bentuknya untuk penempaan, ekstrusi dan sebagainya dan sangat baik untuk mampu bentuk yang tinggi pada temperatur biasa. Mempunyai mampu bentuk yang baik pada ekstrusi dan tahan korosi, dan sebagai tambahan dapat diperkuat dengan perlakuan panas setelah pengerjaan. Paduan 6063 dipergunakan banyak untuk rangka-rangka konstruksi. Karena pduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan yang cukup baik tanpa mengurangi hantaran listrik, maka dipergunakan untuk kabel tenaga.

Tabel 2.4. Sifat-sifat mekanik paduan Al-Mg₂-Si (Tata Surdia, Pengetahuan Bahan Teknik, 1992)

Paduan	Keadaan	Kekuatan tarik (kgf/mm ²)	Kekuatan mulur (kgf/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekuatan geser (kgf/mm ²)	Kekuatan brinell	Batas lelah (kgf/mm ²)
--------	---------	---------------------------------------	---------------------------------------	------------------	---------------------------------------	------------------	------------------------------------

6061	0	12,6	5,6	30	8,4	30	6,3
	T4	24,6	14,8	28	16,9	65	9,5
	T6	31,6	28,0	15	21,0	95	9,5
6063	T5	19,0	14,8	12	11,9	60	6,7
	T6	24,6	21,8	12	15,5	73	6,7
	T83	26,0	24,6	11	15,5	82	6,7

2.2.6. Al-Mg-Zn

Telah diketahui sejak lama bila bahwa paduan sistem ini dapat dibuat keras sekali dengan penuaan setelah perlakuan pelarutan. Tetapi sejak lama tidak dipakai sebab mempunyai sifat patah getas oleh retakan korosi tegangan.

Paduan ini mempunyai kekuatan tertinggi diantara paduan-paduan lainnya. Penggunaan paduan ini yang paling besar adalah untuk bahan konstruksi pesawat udara.

2.3. Paduan alumunium tahan panas

Paduan ini terdiri dari Al-Cu-Ni-Mg yang kekuatannya tidak berubah sampai 300° C, sehingga paduan ini dipakai untuk torak dan tutup silinder.

Paduan alumunium diklasifikasikan dalam berbagai standar di seluruh dunia. Saat ini klasifikasi yang terkenal dan sempurna adalah standar Alumunium Association di Amerika yang didasarkan standar terdahulu dari Alcoa (Alumunium Company of Amerika). Paduan tempaan dinyatakan satu atau dua "S", sedangkan paduan coran dinyatakan 3 angka. Standar AA menggunakan penandaan dengan 4 angka sebagai berikut. Angka pertama menyatakan sistem paduan dengan unsure-unsur yang ditambahkan yaitu 1: Alumunium murni, 2:Al-Cu, 3:Al-Mn, 4:Al-Si, 5:Al-Mg, 6:Al-Mg-Si, 7:Al-Zn. Sebagai contoh Al-Cu dinyatakan dengan angka 2000. Angka pada tempat kedua menyatakan kemurnian dalam paduan yang dimodifikasi sedangkan angka ketiga dan keempat dimaksudkan untuk tanda Alcoa terdahulu kecuali S. Sebagai contoh 3 S sebagai 3003 dan 6 3S sebagai 6063. (Charis Sonny Harsono, 2006)

2.4. Pengecoran

Pengecoran logam adalah proses pembuatan benda dengan mencairkan logam dan menuangkan kedalam rongga cetakan. Proses ini dapat digunakan

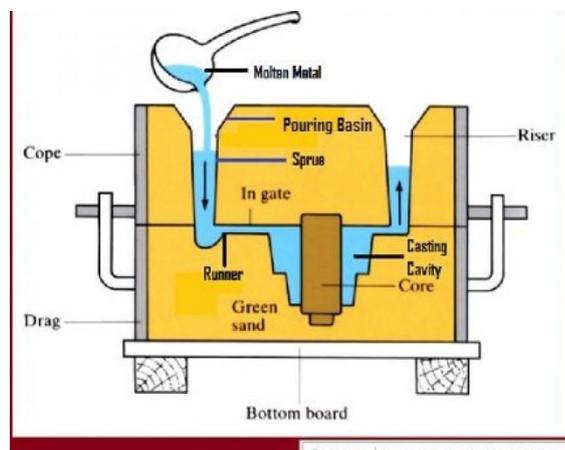
untuk membuat benda-benda dengan bentuk rumit. Pengecoran logam dapat dilakukan untuk bermacam-macam logam seperti besi, baja paduan tembaga (perunggu, kuningan, perunggu alumunium dan lain sebagainya) serta paduan lain semisal seng, monel (paduan nikel dengan sedikit tembaga), hasteloy (paduan yang mengandung molybdenum, krom dan silicon) dan sebagainya. Menurut jenis cetakan digunakan proses pengecoran dibagi menjadi dua. Pada proses pengecoran dengan cetakan sekali pakai, untuk mengeluarkan produk dari cetakannya harus dihancurkan. Dan selalu membuat cetakan yang baru untuk setiap pengecoran baru, sehingga laju pengecoran akan memakan waktu yang lama. Pada proses cetakan permanen cetakan biasa dibuat dari bahan logam sehingga dapat dipakai berulang-ulang.(Dimas ambogo, 2018)

2.4.1. Jenis-Jenis Pengecoran

Adapun jenis-jenis pengecoran yaitu:

2.4.1.1. *Sand Casting.*

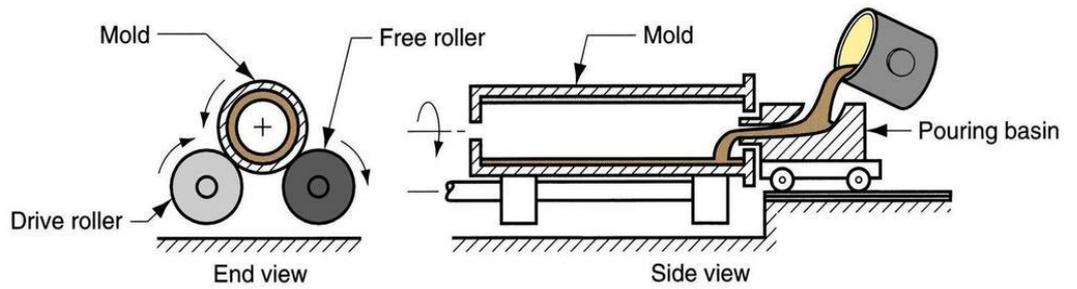
Sand Casting ,yaitu jenis pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir. Proses pengecoran ini banyak dipakai karena ongkos produksinya murah dan dapat membuat benda coran yang berkapasitas besar.



Gambar 2.1 Skema alur cetakan pasir (Mohammed shafi, 2016,)

2.4.1.2. Centrifugal casting

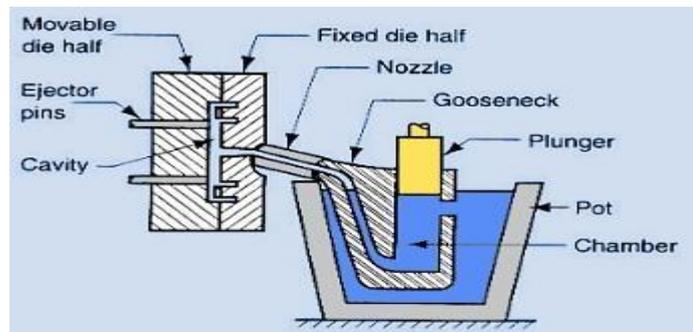
Centrifugal casting yaitu jenis pengecoran dimana cetakan diputar bersamaan dengan penuangan logam cair dalam cetakan yang bertujuan agar logam cair terdorong oleh gaya sentrifugal akibat berputarnya cetakan. Contoh benda coran yang biasa menggunakan jenis pengecoran ini adalah benda yang berbentuk bulat atau silinder.



Gambar 2.2. Proses pengecoran sentrifugal (Tata Surdia, 2015)

2.4.1.3. Die casting

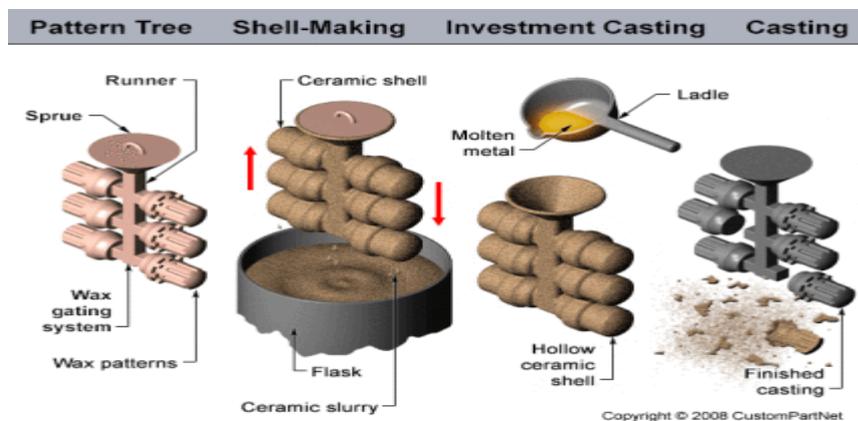
Die casting yaitu jenis pengecoran yang cetaknya terbuat dari logam. Sehingga cetaknya dapat dipakai berulang-ulang . biasanya logam yang dicor adalah logam non ferros.



Gambar 2.3. proses pengecoran *die casting* (Adi putra, 2015)

2.4.1.4. Investment casting

Investment casting yaitu jenis pengecoran yang polanya terbuat dari lilin, dan cetaknya dari keramik. Contoh benda coran yang biasa menggunakan jenis pengecoran ini ialah benda dengan kepresisian tinggi, misalnya rotor turbin.



Gambar 2.4. proses pengecoran *investment casting* (Irvanusman, 2017)

Didalam proses pengecoran logam dalam usaha menghasilkan suatu produk benda coran yang berkualitas baik dengan komposisi yang dikehendaki maka ada beberapa factor yang mempengaruhi yaitu bahan baku coran, komposisi bahan baku , kualitas pasir cetak, sistem penuangan dan pekerjaan akhir dari produk coran. (Poppy Puspita Sari, 2014).

Cacat-cacat pengecoran yang umum terjadi adalah kekerasan permukaan, cacat porositas di dalam coran dan cacat-cacat yang disebabkan oleh runtuhnya cetakan. Penyebab utama terjadinya cacat pada proses pengecoran yaitu sifat-sifat dari cetakan seperti permeabilitas yang rendah, sintering point yang rendah, kekuatan tekan cetakan yang rendah, distribusi butiran pasir yang tidak sesuai. Sifat-sifat cetakan itu sendiri sangat tergantung pada distribusi besar butir pasir cetak, persentase zat pengikat dan persentase kadar air. Timbulnya cacat-cacat tersebut dipengaruhi oleh kemampuan alir gas dan kekuatan cetakan yang kurang baik. (Poppy Puspita Sari, 2014).

2.4.2. Membuat Coran.

Untuk membuat coran, harus dilakukan proses-proses seperti: pencairan logam, membuat cetakan, menuang, membongkar dan membersihkan coran. Untuk mencairkan logam bermacam-macam tanur dipakai. Umumnya kupola atau tanur induksi frekuensi rendah dipergunakan untuk baja tuang dan tanur krus untuk paduan tembaga atau coran paduan ringan, karena tanur-tanur ini dapat memberikan logam cair yang baik dan sangat ekonomis untuk logam-logam tersebut

Cetakan biasanya dibuat dengan cara memadatkan pasir. Pasir yang dipakai terkadang pasir alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempung. Cetakan pasir mudah dibuat dan tidak mahal. Terkadang juga dipakai pengikat pasir khusus, umpamanya air kaca, semen, resin furan, resin fenol atau minyak pengering, karena menggunakan zat-zat tersebut memperkuat cetakan atau mempermudah dalam proses pembuatan cetakan. Tentu saja penggunaan itu mahal sehingga perlu memilih dengan mempertimbangkan bentuk, bahan dan jumlah produk. Selain dari cetakan pasir, terkadang dipergunakan cetakan logam. Pada penuangan, logam cair mengalir, melalui pintu cetakan, maka bentuk pintu harus dibuat sedemikian sehingga tidak mengganggu aliran logam cair. Pada

umumnya logam cair dituangkan dengan pengaruh gaya berat, walaupun terkadang dipergunakan tekanan pada logam cair selama atau setelah penuangan.

Pengecoran cetak adalah salah satu cara pengecoran dimana logam cair ditekan kedalam cetakan logam dengan tekanan tinggi, coran tipis dapat dibuat dengan cara ini. Pengecoran tekanan rendah adalah suatu cara pengecoran dimana diberikan tekanan sedikit lebih tinggi dari tekanan atmosfer pada permukaan logam dalam tanur, tekanan ini mengakibatkan mengalirnya logam cair keatas melalui pipa kedalam cetakan. (Surdia, T. Chijawa, K. 2015)

2.4.3. Bahan-Bahan Pengecoran

2.4.3.1. Besi Cor

Besi cor adalah paduan besi yang mengandung karbon, silisium, mangan, fosfor, dan belerang. Besi cor ini digunakan menjadi enam macam yaitu : besi cor kelabu, besi cor kelas tinggi, besi kelabu paduan, besi cor bergrafit bulat, besi cor yang dapat ditempa dan besi cor cil. Besi cor adalah paduan besi yang mengandung karbon, silisium, mangan, fosfor, dan belerang. Struktur mikro dari besi cor terdiri dari ferit atau perlit dan serpih karbon bebas. Karbon bebas dan keadaan struktur dasar berubah sesuai dengan mutu kwantitasnya. Disamping itu, ketebalan dan laju pendinginan mempengaruhi stuktur mikro. Walaupun kekuatan tarik besi cor kelabu kira-kira $10-30 \text{ kg/mm}^2$, namun besi cor agak getas, titik cairnya kira-kira 1.200°C dan mempunyai mampu cor yang sangat baik serta murah, sehingga besi cor kelabu ini dipergunakan paling banyak untuk benda-benda coran.

Besi cor kelas tinggi mengandung lebih sedikit karbon dan silicon, lagi pula ukuran grafit bebasnya lebih kecil disbanding dengan besi cor kelabu, sehingga kekuatan tariknya lebi tinggi kira-kira $30-50 \text{ kg/mm}^2$. Membuat besi cor kelas tinngi lebih sulit disbanding dengan besi cor kelabu.

Besi cor kelabu paduan mengandung unsur-unsur paduan dan grafit, mempunyai struktur yang stabil sehingga sifat-sifatnya lebih baik. Dilihat dari unsur-unsur paduan yang ditambahkan, ada dua hal, yang pertama hanya beberapa persen saja dan yang kedua lebih banyak. Unsur-unsur yang ditambahkan adalah khrom, nikel, molibden, vanadium, titan dan sebagainya,

sehingga ketahanan panas, ketahanan aus, ketahanan korosi dan mampu mesin dari besi cor macam ini baik sekali berkat adanya unsur-unsur tersebut.

Besi cor mampu tempa dibuat dari besi cor putih, yang dilunakan didalam sebuah tanur dalam waktu yang lama. Struktur sementit dari besi cor putih berubah menjadi ferit atau perlit dan karbon yang teremper mengendap. Menurut struktur mikronya ada tiga macam besi cor mampu tempa, yaitu besi cor mampu tempa perapian hitam, besi cor mampu tempa perapian putih dan besi cor mampu tempa perlit. Besi cor macam ini sangat baik keuletannya dan perpanjangannya dibandingkan dengan besi cor kelabu, tetapi harganya mahal karena proses pelunakannya, lagi pula tidak cocok untuk coran yang tipis dan kecil karena sebelum proses pelukannya keuletannya kurang.

Besi cor grafit bulat dibuat dengan jalan mencampurkan magnesium, kalsium atau serium kedalam cairan logam sehingga grafit bulat akan mengendap. Besi cor macam ini mempunyai kekuatan, keuletan, ketahanan aus dan ketahanan panas yang baik sekali dibandingkan dengan besi cor kelabu.

Besi cor cil ialah besi cor yang mempunyai permukaan terdiri dari besi cor putih dan bagian dalamnya terdiri dari struktur dengan endapan grafit. Permukaannya mempunyai ketahanan aus yang baik sekali dan bagian dalamnya mempunyai keuletan yang baik pula. Besi cor demikian dipergunakan sebagai bahan tahan aus. (Tata Surdia, 2015)

2.4.3.2. Baja Cor

Baja cor digolongkan kedalam baja karbon dan baja paduan. Coran baja karbon adalah paduan besi karbon dan digolongkan menjadi tiga macam, yaitu baja karbon rendah ($C < 0,20\%$), baja karbon menengah ($0,20-0,50\% C$) dan baja karbon tinggi ($C > 0,5\%$). Kadar karbon rendah menyebabkan kekuatan rendah, perpanjangan yang tinggi dan harga bentur serta mampu las yang baik. 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 struktur menjadi halus. Titik cairnya kira-kira $1.500^{\circ}C$, mampu cornya lebih buruk dibandingkan dengan besi cor, tetapi baja cor dapat di pergunakan baik sekali sebagai bahan untuk bagian-bagian mesin, sebab kekuatannya yang tinggi harganya yang rendah.

Baja paduan adalah baja cor yang ditambah unsur-unsur paduan, salah satu atau beberapa dari unsur paduan seperti, mangan, khrom, molibden atau nikel dibubuhkan untuk memberikan sifat-sifat khusus dari baja paduan tersebut, umpamanya sifat ketahanan aus, ketahanan asam dan korosi atau keuletan. (Tata Surdia, 2015)

2.4.3.3. Coran Paduan Tembaga

Macam-macam coran paduan tembaga adalah: perunggu, kuningan, kuningan kekuatan tinggi, perunggu alumunium dan sebagainya. Perunggu adalah paduan antara tembaga dan timah, dan perunggu yang biasa dipakai mengandung kurang dari 15% timah. Titik cairnya kira-kira 1.000°C, jauh lebih rendah dari titik cair paduan besi, dan mampu cornya baik sekali. Sifat tahan korosi dan tahan aus baik sekali, sehingga bahan ini dapat dipakai untuk bagian-bagian mesin. Harganya 5-10 kali lebih mahal dari besi cor kelabu, sehingga bahan ini hanya dipakai untuk bagian khusus dimana diperlukan sifat-sifat yang luar biasa. Perunggu digolongkan kedalam dua macam yaitu perunggu fosfor yang sifat ketahanan ausnya diperbaiki oleh penambahan fosfor, dan perunggu timbal yang cocok untuk logam bantalan dengan menambahkan timbale. Kuningan adalah paduan antara tembaga dengan seng, dan kuningan tinggi adalah paduan yang mengandung tembaga, alumunium, besi, mangan, nikel dan sebagainya dimana unsur-unsur tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanisnya. Perunggu alumunium adalah paduan tembaga, alumunium dan sebagainya, yang baik sekali dalam sifat-sifat ketahanan aus dan korosi. (Tata Surdia, 2015)

2.4.3.4. Coran Paduan Ringan

Coran paduan ringan adalah coran paduan alumunium, coran paduan magnesium dan sebagainya. Alumunium murni mempunyai sifat mampu cor dan sifat mekanis yang jelek. Oleh karena itu dipergunakan paduan alumunium karena sifat-sifat mekanisnya akan diperbaiki dengan menambahkan tembaga, silisium, magnesium, mangan, nikel dan sebagainya. Coran paduan alumunium adalah ringan dan merupakan penghantar listrik yang baik sekali, yang dipergunakan apabila sifat-sifat tersebut diperlukan. Al-Si, Al-Cu-Si, dan Al-Si-Mg adalah deretan dari paduan alumunium yang banyak dipergunakan untuk bagian-bagian mesin, Al-Cu-Ni-Mg dan Al-Si-Cu-Ni-Mg adalah deretan untuk bagian-bagian

yang tahan panas, dan Al-Mg adalah bagian-bagian tahan korosi. (Tata Surdia, 2015).

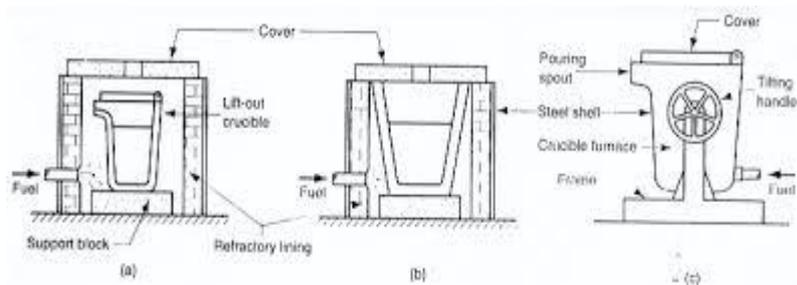
2.5. Dapur Peleburan

Dalam proses pengecoran logam tahapan untuk mendapatkan logam cair pasti akan dilakukan dengan menggunakan suatu tungku peleburan dimana material bahan baku dan jenis tungku yang digunakan harus disesuaikan dengan material yang akan dilebur.

Pemilihan tungku peleburan yang digunakan untuk mencairkan logam harus sesuai dengan bahan baku yang akan dilebur. Paduan Aluminium, paduan tembaga, paduan timah hitam dan paduan ringan lainnya biasanya dilebur dengan tungku peleburan jenis krusibel, sedangkan untuk besi cor menggunakan tungku induksi frekuensi rendah. Tungku induksi frekuensi tinggi biasa digunakan untuk melebur baja. (Abrianto Akuan, 2010).

2.5.1. Tungku Krusibel

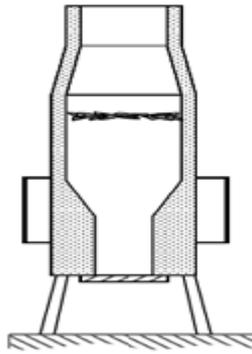
Tungku krusibel merupakan salah satu jenis tungku dengan sistem pemanasan tidak langsung. Fungsi utamanya adalah untuk melebur logam Aluminium dan sejenisnya. Peleburan muatan dilakukan dengan menggunakan krusibel yang dipanaskan dengan sumber panas dari pembakaran minyak, gas, kokas, arang atau pemanasan dari filament listrik. (Abrianto Akuan, 2010).



Gambar 2.5 Tungku krusibel (Abrianto Akuan, 2010).

2.5.2. Tungku Kupola

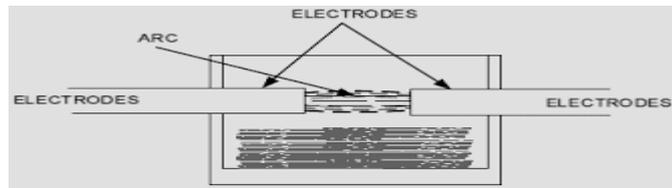
Kupola merupakan tungku yang memiliki bentuk silinder vertical yang memiliki kapasitas besar. Tungku ini diisi dengan material pengisi antara lain besi, kokas, flux atau batu kapur dan elemen paduan yang memungkinkan. Tungku ini memiliki energi sumber panas dari kokas dan gas yang diberikan untuk meningkatkan temperatur pembakaran. Hasil peleburan dari tungku ini akan ditapping secara periodik untuk mengeluarkan besi cor yang telah mencair.



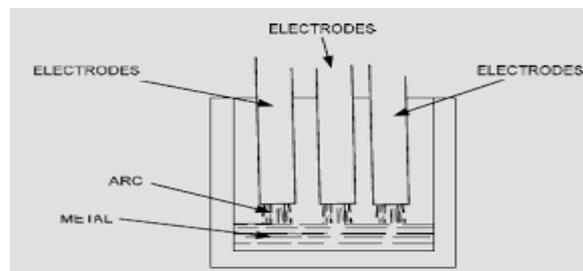
Gambar 2.6 Tungku kupola (Abrianto Akuan, 2010).

2.5.3. Tungku Busur Listrik

Peleburan dengan tungku ini dilakukan dengan menggunakan energi yang berasal dari listrik arc atau busur yang dapat mencairkan logam. Tungku busur listrik ini biasanya digunakan untuk peleburan baja.



Gambar 2.7 Tanur listrik tidak langsung masuk (Abrianto Akuan, 2010).

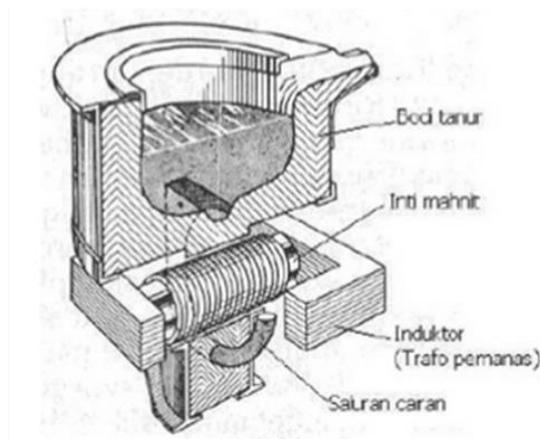


Gambar 2.8 Tanur listrik langsung masuk (Abrianto Akuan, 2010).

2.5.4. Tungku Induksi

Tungku induksi adalah tungku yang menggunakan energi listrik sebagai sumber energi panasnya. Arus listrik bolak-balik yang melewati koil tembaga akan menghasilkan medan magnetik pada logam pengisi didalamnya. Medan magnet ini juga akan melakukan *mixing* pada logam cair akibat adanya gaya magnet antara koil dan logam cair yang akan menimbulkan efek pengadukan untuk menghomogenkan komposisi logam cair. Logam cair didalam tungku harus dihindarkan dari kontak langsung terhadap koil. Oleh karena itu material tahan temperatur tinggi sebagai *lining* tungku harus memiliki ketebalan yang cukup

untuk menahan beban logam cair didalamnya. Berikut ini ditunjukkan beberapa komponen utama dari suatu tungku induksi.



Gambar 2.9 Tungku induksi (Abrianto Akuan, 2010).

2.6. Pasir Cetak

Cetakan pasir adalah cetakan yang terbuat dari pasir yang diberi bahan pengikat. Pasir cetak yang lazim dipakai adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai dan pasir silika, baik pasir silika dari alam maupun pasir silika buatan dari kwarsit dengan ukuran 0,1 mm s.d. 1,0 mm.

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

1. Mempunyai sifat mampu bentuk sehingga mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok. Cetakan yang dihasilkan harus kuat sehingga tidak rusak karena dipindah-pindah dan dapat menahan logam cair waktu dituang kedalamnya. Karena itu kekuatannya pada temperature kamar dan kekuatan panasnya sangat diperlukan.
2. Permeabilitas yang cocok. Dikuatirkan bahwa hasil coran mempunyai cacat seperti rongga penyusutan, gelembung gas atau kekasaran permukaan, kecuali jika udara atau gas yang terjadi dalam cetakan waktu penuangan disalurkan melalui rongga-rongga diantara butir-butir pasir keluar dari cetakan dengan kecepatan yang cocok.
3. Distribusi besar butir yang cocok. Permukaan coran diperhalus kalau coran dibuat didalam cetakan yang berbutir halus. Tetapi kalau butir terlalu halus, gas dicegah keluar dan membuat cacat, yaitu gelembung udara. Distribusi besar butir harus cocok mengingat dua syarat yang disebut diatas.

4. Tahan panas terhadap temperature logam yang dituang. (Moch Amirul Sayid Tantawi, 2017)

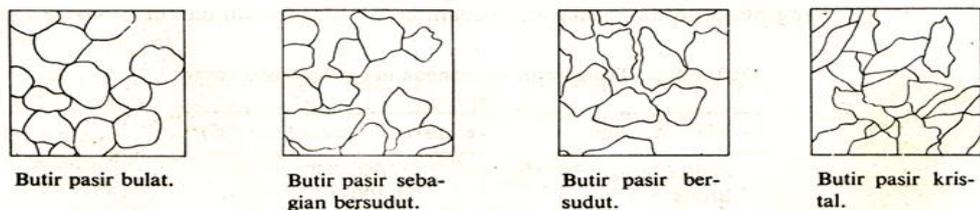
Tabel 2.5 Temperatur penuangan untuk berbagai coran (Tata Surdia, 20155)

Macam coran	Temperature penuangan (°C)
Paduan ringan	670-750
Brons	1.100-1.250
Kuningan	950-1.100
Besi cor	1.250-1.450
Baja cor	1.500-1.550

. Susunan pasir cetak

- Bentuk butir pasir

Bentuk butir pasir dari pasir cetak digolongkan menjadi beberapa jenis yang ditunjukkan dalam gambar 2.10, yaitu butir pasir bundar, butir pasir sebagian bersudut, butir pasir bersudut, butir pasir kristal, dan sebagainya.



Bentuk butir-butir dari pasir cetak.

Gambar 2.10 Bentuk butir-butir pasir cetak (Tata Surdia, 2015)

Jenis butir pasir bulat baik sebagai pasir cetak, karena memerlukan jumlah pengikat yang lebih sedikit untuk mendapat kekuatan dan permeability tertentu, serta mampu alirnya baik sekali. Pasir berbutir Kristal kurang baik untuk pasir cetak sebab akan pecah menjadi butir-butir kecil pada pencampuran serta serta memberikan ketahanan api dan permeabiliyi yang buruk pada cetakan, dan membutuhkan pengikat dalam jumlah banyak

Pasir cetak biasanya kumpulan dari butir-butir yang berukuran bermacam-macam tetapi terkadang terdiri dari butir-butir tersaring yang mempunyai ukuran seragam. Besar butir yang diinginkan adalah sedemikian sehingga dua pertiga dari butir-butir pasir mempunyai ukuran dari tiga mesh yang berurutan, dan sisanya dari ukuran mesh-mesh berikutnya. Jadi lebih baik tidak mempunyai besar yang seragam.

2.6.1. Bahan Pengikat Pasir Cetak

Bahan-bahan pengikat yang dapat dipergunakan untuk membuat pasir cetak adalah bermacam-macam. Bahan pengikat yang mengandung unsur silikat Beberapa bahan pengikat yang termasuk kelompok ini antara lain: • Tanah lempung, merupakan bahan pengikat pasir cetakan yang paling tua penggunaannya. Tanah lempung mengandung tiga jenis komponen yaitu:

- 1) Montmorillonit
- 2) Kaolinit
- 3) Illite

2.6.1.1. Bentonit

Saat ini jenis pengikat yang lazim dipergunakan dipabrik pengecoran adalah bentonit, yang merupakan hasil pengolahan lebih lanjut dari bahan montmorillonite. Nama bentonit ini diambil dari dua nama tempat, Front benton di Wyoming USA dimana jenis tanah lempung ini mula-mula ditemukan. Bentonit dibagi lagi kedalam dua jenis yaitu western atau sodium bentonit dan Southern atau Kalsium bentonit. Kedua jenis bentonit ini memiliki perbedaan dalam komposisi kimia dan sifat-sifat fisiknya. (Wulanda Yurist Persatika, 2018).

Bentonit merupakan satu jenis dari tanah lempung. Bentonit terdiri dari butir-butir halus dari 10 sampai 0,0 μ yang fasa penyusun utamanya adalah monmorillonite ($Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot H_2O$). kwplastisan terjadi karena penggelembungan dengan penambahan air padanya. (Tata surdia, 1984).

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 pembuatan pada proses pembuatan cetakan.
3. Menjadi keras setelah dikeringkan.

Bentonit memiliki struktur kristal yang unik dan kandungan kimia yang mempunyai sifat mengikat, merekat, melumasi, mengentalkan, dan menyerap. Untuk kadar air yang konstan dan kadar bentonit yang bertambah maka kekuatan berangsur-angsur bertambah sampai titik maksimum kemudian mulai menurun

kembali. Kecendrungan yang sama juga terjadi untuk jumlah bentonit yang tetapan jumlah air yang bertambah. Titik maksimum dari kekuatan dan permeabilitas adalah keadaan dimana butir-butir pasir dikelilingi oleh ketebalan tertentu dari campuran bentonit dan air.

2.6.1.2. Semen

Semen merupakan pengikat hidrolis, dimana akan mengeras dengan campuran air. Portland semen dibedakan menjadi semen biasa yang umumnya terdiri dari kalsium silikat dengan kalsium aluminat dan dipadu dengan semen alumina, rapid semen yang sangat cepat mengeras merupakan campuran dari 40% kalsium oksida dan 40% tanah lempung (Al_2O_3). Jenis semen yang lain adalah semen putih dan semen tahan api yang merupakan campuran dari semen biasa dengan batu tahan api.

2.6.1.3. Air kaca

Air kaca adalah campuran dari natrium silikat ($Na_2OSiO_2 \cdot xH_2O$) yang terbentuk dari hasil peleburan antara kuarsa dan soda yang dilarutkan dalam air. Kualitas air kaca dipengaruhi oleh kandungan air dan perbandingan antara SiO_2 dengan Na_2O yang sering disebut dengan istilah kadar kering atau modulnya. Sebagai contoh air kaca dengan 30% SiO_2 , 10% Na_2O dan 60% H_2O memiliki modul ($SiO_2:Na_2O$) = 30:10. (Wulanda Yurista Persatika, 2018)

Air kaca ditambahkan pada pasir silika yang mempunyai kadar lempung sedikit mungkin dan dicampur menggunakan pengaduk . butir butir pasir yang dipakai harus mempunyai bentuk bundar. air kaca dibubuhkan 3-7% pada pasir silika dan dicampur dengan baik, kemudian cetakan dibuat dari campuran ini dengan tangan atau dengan mesin. Dalam industri besar proses pencetakan dengan air kaca dilakukan dengan meniupkan gas CO_2 kedalam cetakan pada tekanan 1,0 sampai 1,5 kg/cm^2 maka cetakan ini akan mengeras dalam waktu singkat. Namun dalam penelitian ini tidak digunakan gas tersebut melainkan dengan proses cetakan didiamkan selama 1 hari agar cetakan mengeras.

2.7 Pola Cetakan

Pola yang dipergunakan untuk pembuatan cetakan benda coran dapat digolongkan menjadi pola logam dan pola kayu (termasuk pola pelastik). Pola

logam dipergunakan agar dapat menjaga ketelitian ukuran benda coran terutama pada masa produksi, sehingga unsur pola bisa lebih lama dan produktivitas lebih tinggi.

Bahan dari pola logam bisa bermacam-macam, sesuai dengan penggunaannya. Sebagai contoh logam tahan panas seperti : besi cor, baja cord an paduan adalah cocok untuk pola pada pembuatan cetakan kulit, sedangkan paduan ringan, adalah mudah diolah dan dipilih untuk pola yang dipergunakan dalam masa produksi dimana pembuatan cetakan dilakukan dengan tangan.

Pola kayu dibuat dari kayu, murah, cepat dalam proses pembuatan dan mudah diolahnya disbanding dengan pola logam. Oleh karena itu pola kayu umumnya dipakai untuk cetakan pasir. Sekarang sering dipakai pola kayu permukaannya diperkuat dengan lapisan plastik.

Faktor penting untuk menetapkan macam pola adalah proses pembuatan cetakan dimana pola tersebut dipakai, dan lebih penting lagi pertimbangkan ekonomi yang sesuai dengan jumlah dan biaya pembuatan cetakan dan biaya pembuatan pola.

2.7.1. Bahan-Bahan Untuk Pola

Bahan-bahan yang dipakai untuk pola ialah kayu, resin atau logam.

a) Kayu

Kayu yang sering 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. Kadangkadangkang suhu udara luar harus diperhitungkan, dan ini tergantung pada daerah mana pola itu dipakai.

b) Resin sintesis

Dari berbagai macam resin sintesis hanya resin epoksid lah yang banyak dipakai. Ia mempunyai sifat-sifat : penyusutan yang kecil pada waktu mengeras, tahan aus yang tinggi, memberikan pengaruh yang lebih baik dengan menambah pengencer, zat pemlastis atau zat penggemuk menurut penggunaannya. Dengan contoh kekerasan meningkat dengan

mencampurkan bubuk besi atau aluminium ke dalamnya. Ketahanan bentur akan meningkat dengan menumpuknya serat gelas dalam bentuk lapisan.

Resin polisterina (polisterina 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.

c) Bahan untuk pola logam

Bahan yang lazim dipakai untuk pola logam adalah besi cor. Biasanya dipakai besi cor kelabu karena sangat tahan aus, tahan panas (untuk pembuatan cetakan kulit) dan tidak mahal. Terkadang besi cor liat dipakai agar dapat memanaskan bagian cetakan yang tebal secara merata.

Aluminium adalah jenis logam ringan yang mudah diolah, sehingga sering dipakai untuk pelat pola atau pola untuk mesin pembuat cetakan. (Mulyanto, 2018)

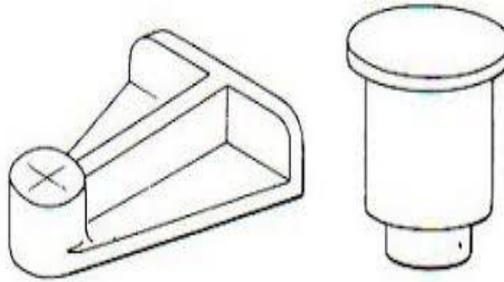
2.7.2. Macam-macam Pola

Pola mempunyai berbagai macam bentuk seperti diuraikan dibawah ini. Pada pemilihan macam pola, harus diperhatikan produktivitas, kualitas coran dan harga pola.

1. Pola pejal

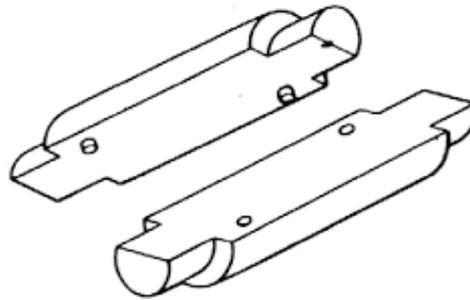
Pola pejal adalah pola yang biasa dipakai yang bentuknya hampir serupa dengan bentuk coran. Pola ini dibagi menjadi dua macam yaitu pola tunggal dan pola belahan.

- a. Pola tunggal adalah pola yang dibentuk serupa dengan corannya, disamping itu kecuali tambahan penyusutan, tambahan penyelesaian mesin dan kemiringan pola, kadang-kadang dibuat juga menjadi satu dengan telapak inti



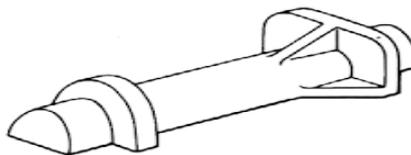
Gambar 2.11 Pola tunggal (Kenji Chijawa, 2015)

- b. Pola belahan. Pola ini dibelah ditengah untuk memudahkan pembuatan cetakan. Permukaan pisahnya kalau mungkin dibuat satu bidang.



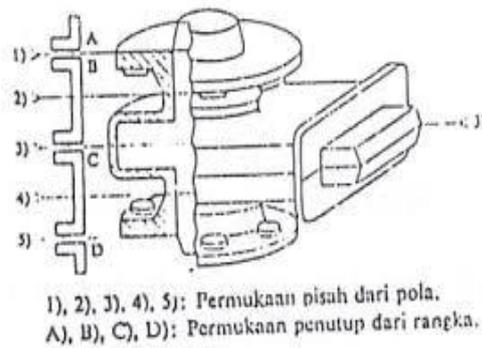
Gambar 2.12. Pola belahan (Kenji Chijawa, 2015)

- c. Pola setengah adalah pola yang dibuat untuk coran dimana kup dan dragnya simetri terhadap permukaan pisah. Kup dan dragnya dicetak hanya setengah pola, sehingga harga pola setengah dari harga pola tunggal.



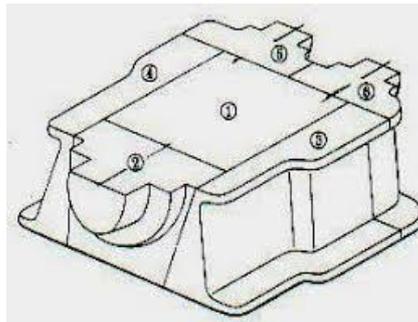
Gambar 2.13. Pola setengah (Kenji Chijawa, 2015)

- d. Pola belahan banyak. Dalam hal ini pola ini dibagi menjadi 3 belah atau lebih untuk memudahkan penarikan dari cetakan dan untuk penyederhanaan pemasangan inti. Pada cetakan yang dibuat dengan pola ini kadang-kadang terjadi pergeseran, sehingga menyebabkan salah ukuran.



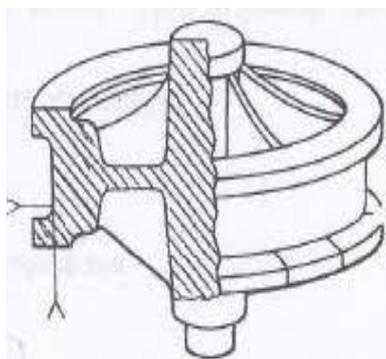
Gambar 2.14. Pola belahan banyak (Kenji Chijawa, 2015)

- e. Pola penarikan terpisah dipakai untuk pola berukuran besar atau untuk cetakan jenis mengeras sendiri. Pola dibuat secara terbagi-bagi untuk memudahkan pengambilannya dari cetakan. Bagian yang ditengah ditarik terlebih dahulu, kemudian bagian-bagian terluar diambil satu persatu berturut-turut.



Gambar 2.15. Pola penarikan terpisah (Kenji Chijawa, 2015)

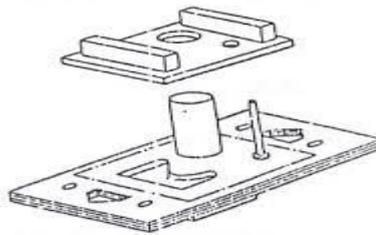
- f. Pola penarikan sebagian. Pada pengambilan pola dari cetakan, apabila sebagian dari pola tidak mungkin ditarik, maka bagian itu harus dipisahkan terlebih dahulu. Kemudian bagian utama ditarik pertama kali dan bagian cabang ditarik satu demi satu.



Gambar 2.16. Pola penarikan sebagian (Kenji Chijawa, 2015)

2. Pola Pelat Pasangan

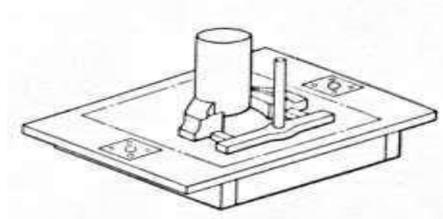
Pola ini merukan pelat dimana kedua belahnya ditempelkan pola demikian juga saluran turun, pengalir, saluran masuk, dan penambah. Pola ini cocok sekali untuk masa produksi dari coran kecil. Pola biasanya dibuat dari logam atau plastik.



Gambar 2.17. Pola pelat pasangan (Kenji Chijawa, 2015)

3. Pola pelat kup dan drag

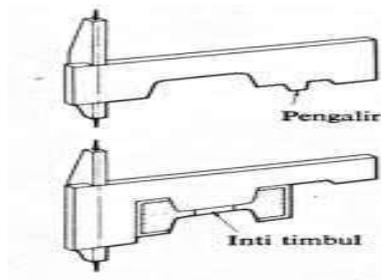
Dalam hal ini pola kayu, logam atau plastic diletakan pada dua pelat demikian juga saluran turun pengalir, saluran masuk, dan penambah. Pelat tersebut ialah pelat kup dan pelat drag. Kedua pelat dijamin oleh pena-pena agar bagian atas dan bawah coran menjadi cocok.



Gambar 2.18 Pola pelat kup dan drag (Kenji Chijawa, 2015)

4. Pola cetakan sapuan

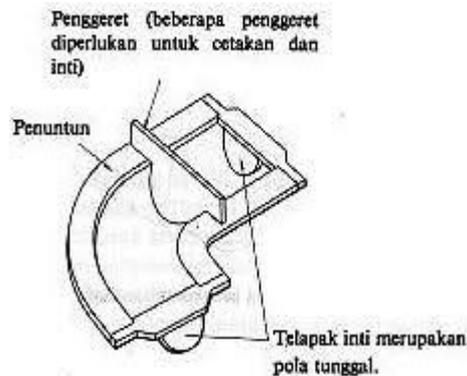
Dalam hal ini bentuk dari coran silinder atau bentuk benda putar. Alat ini dibuat dari pelat dengan sebuah penggeret dan pemutar pada tengahnya. Pembuatan cetakan dilakukan dengan memutar penggeret disekeliling pemutar.



Gambar 2.19 Pola cetakan sapuan (Kenji Chijawa, 2015)

5. Pola penggeret dengan penuntun

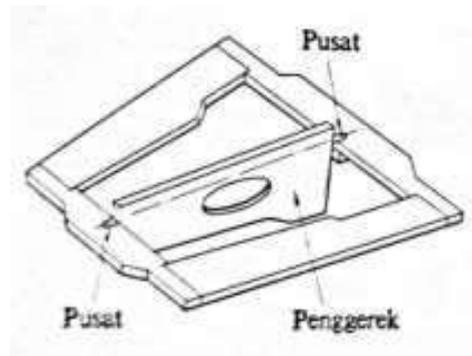
Ini digunakan untuk pipa lurus atau pipa lengkung yang penampangnya berubah. Penuntun dibuat dari kayu, dan pembuatan cetakan dilakukan dengan menggerakkan penggeret sepanjang penuntun. Harga pola tidak mahal, tetapi pembuatan cetaknya membutuhkan waktu dua atau tiga kali waktu yang diperlukan untuk pembuatan cetakan biasa dengan pola tunggal.



Gambar 2.20 Pola penggeret dengan penuntun (Kenji Chijawa, 2015)

6. Pola penggeret berputar dengan rangka cetak

Ini suatu kasus dimana bagian pola dapat ditukar serta konsentris. Kedua ujung penggeret mempunyai poros. Pembuatan cetakan dilakukan dengan mengayunkan penggeret sekeliling porosnya.

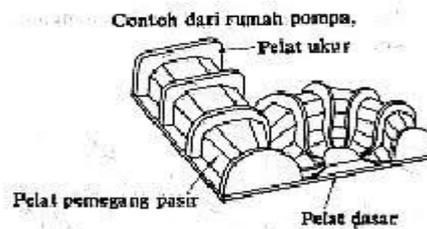


Gambar 2.21 Pola penggeret berputar dengan rangka cetak (Kenji Chijawa, 2015)

7. Pola kerangka

Pola ini dibuat dengan meletakkan pelat dasar dan membuat pelat dudukan di atasnya dan mengikat pelat-pelat untuk menahan pasir antara tiap penuntun. Pasir ditimbunkan di atasnya dan disapu oleh penggeret untuk membuat permukaan lengkung yang kontinu. Pola ini cocok untuk brntuk

dengan lengkungan yang berbeda-beda, sedangkan lama pembuatan cetakan menjadi bertambah, sehingga hanya dipakai untuk jumlah produksi yang terbatas.



Gambar 2.22 Pola kerangka (Kenji Chijawa, 2015)

2.8. Cacat Pada Pengecoran.

Pada coran dapat terjadi berbagai macam cacat tergantung bagaimana keadaannya, sedangkan cacat-cacat tersebut boleh dikatakan jarang berbeda menurut bahan dan macam coran. Banyak cacat ditemukan dalam coran secara biasa. Seandainya sebab-sebab dari cacat tersebut diketahui, maka pencegahan terjadinya cacat dapat dilakukan.

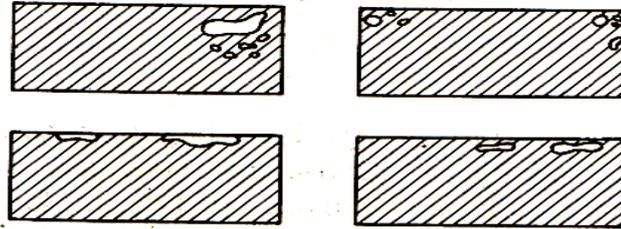
Memproduksi coran harus melalui banyak proses dan dalam proses tersebut banyak factor-faktor yang menyebabkan cacat, sehingga sukar untuk meyakinkan sebab-sebab dari cacat tersebut. Dalam hal ini banyak pengalaman teknik diperlukan untuk meyakinkan sebab-sebabnya. Untuk itu teknik dan proses harus distandarkan sebelumnya, kemudian perlu menemukan hubungan antara cacat dan standar tersebut. (Tata surdia, 2015).

Berikut beberapa jenis cacat corang yang umum terjadi:

2.8.1. Rongga udara.

Rongga udara adalah cacat yang paling banyak terjadi dalam berbagai bentuk coran. Rongga udara dapat muncul sebagai lubang pada permukaan atau dalam coran, terutama sedikit dibawah permukaan yang merupakan rongga-rongga bulat. Mereka mempunyai warna yang berbeda-beda sesuai dengan sebab terjadinya cacat, yaitu warna karena oksidasi atau karena tidak oksidasi. Pada besi cor dan baja cor, berwarna hitam atau biru, pada paduan tembaga berwarna coklat atau kuning. Sebab terjadinya cacat rongga udara adalah logam cair yang dioksidasi, temperature penuangan yang rendah, penuangan yang terlalu lambat, cawan tuang dan sistem saluran yang basah, cetakan yang kurang kering dan

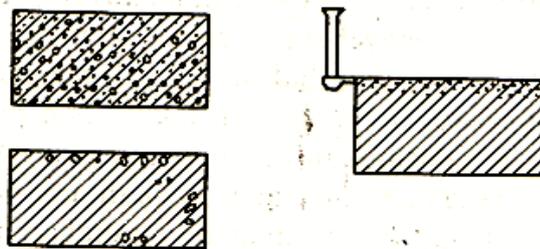
lubang angin yang tidak memadai pada cetakan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar skema cacat 2.23. (Tata surdia, 2015)



Gambar 2.23. Skema cacat rongga udara (Tata surdia, 2015)

2.8.2. Lubang Jarum

Lubang jarum adalah cacat pada coran dimana permukaan dalamnya halus dan berbentuk bola. Ukuran cacat lubang jarum adalah dibawah 1 sampai 3 mm sangat kecil dan berbentuk seperti bekas tusukan jarum. Dalam banyak hal lubang jarum tersebar pada permukaan, sedangkan permukaan dalamnya berwarna perak atau berwarna biru karena oksidasi. Penyebab cacat ini sama dengan cacat rongga udara. Pencegahan cacat ini dapat dilakukan dengan memperhatikan cairan logam yang bersih, cairan logam dengan temperatur tinggi serta memperhatikan saluran turun dan ladel dalam keadaan kering. (Tata surdia, 2015). Cacat ini terlihat seperti gambar 2.24.

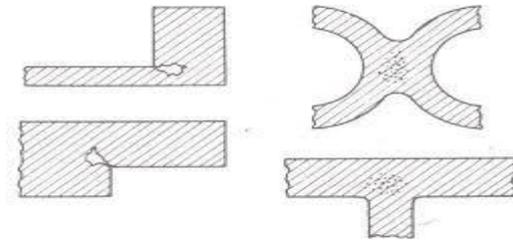


Gambar 2.24. Skema cacat lubang jarum (Tata surdia, 2015)

2.8.3. Penyusutan Luar.

Penyusutan luar memberikan lubang pada permukaan coran yang disebabkan penyusutan pada pembekuan logam cair. Cacat penyusutan luar dapat terjadi kerana temperatur penuangan terlalu rendah , karena itu pengisian menjadi sukar, bahan-bahan muatan mempunyai banyak kotoran, logam cair yang dioksidasi menyebabkan perbandingan penyusutan yang besar dan sebagainya. Cacat ini dapat dicegah dengan menggunakan pembekuan mengarah sehingga

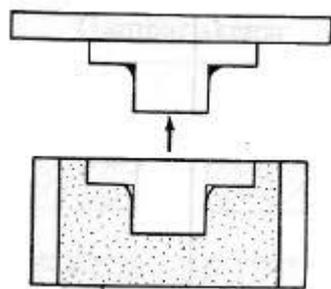
panambah dapat bekerja secara efektif. Bagian pertama diisi oleh logam cair adalah bagian yang bertemperatur terendah dan yang terakhir diisi adalah yang bertemperatur tinggi. (Tata surdia, 2015). Cacat jenis ini dapat dilihat pada gambar 2.25.



Gambar 2.25. Cacat penyusutan luar (Tata surdia, 2015)

2.8.4. Cacat Pelekat.

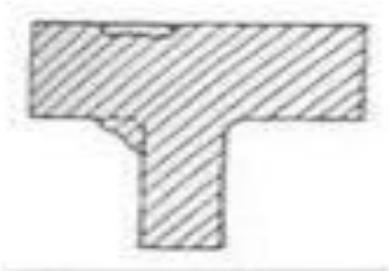
Pada penarikan pola, sebagian pasir muka dari cetakan mungkin melekat pada pola, sehingga bisa berbentuk berbagai macam gumpalan melekat pada permukaan coran, hal ini menyebabkan permukaan coran yang terlihat buruk. Cacat ini disebabkan pada penarikan pola, perbaikan yang diperlukan pada cetakan diabaikan meskipun pasir melekat pada pola, pasir yang mudah melekat pada pola yang dipolis dengan baik, karena adanya embun dingin, pasir yang panas, kadar air yang tidak sesuai, kadar lempung yang kurang, penumbukan cetakan yang tidak sesuai dan bubuk pemisah yang tidak baik. Cacat ini dapat dicegah dengan memperhatikan pasir agar cukup dingin, pola logam harus dipanaskan terlebih dahulu, gunakan pasir yang berkrkuatan cukup serta bubuk pemisah yang baik, penumbukan yang cukup dan pelepasan pola yang baik. cacat ini dapat dilihat pada gambar 2.26. (Tata surdia, 2015)



Gambar 2.26. Cacat pelekat (Tata surdia, 2015)

2.8.5. Cacat Cetakan Rontok.

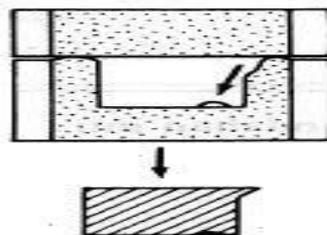
Cacat ini menyebabkan bengkakan tak menentu yang terjadi karena pecahnya cetakan dan pecahan pasir ini menyebabkan inklusi pasir pada tempat lain. Hal yang menyebabkan cacat ini ialah penumbukan atau pemadatan cetakan yang kurang baik, kecerobohan pada pembuatan cetakan, kekuatan pasir yang tidak cukup, dan sebagainya. Pencegahan yang dapat dilakukan ialah agar lebih hati-hati serta teliti dalam tiap proses pembuatan cetakan. Cacat ini dapat dilihat pada gambar skema 2.27. (Tata surdia, 2015)



Gambar 2.27. Cacat cetakan rontok (Tata surdia, 2015)

2.8.6. Terdorong Keatas.

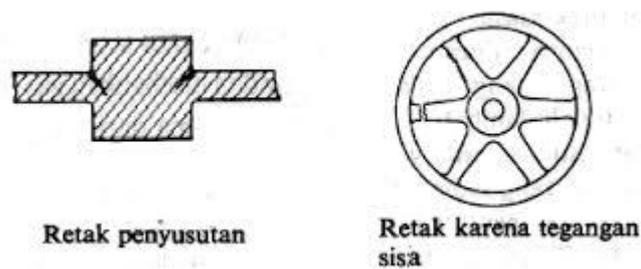
Cacat ini terjadi diantara cetakan atas dan bawah, dimana sebagian dari cetakan mungkin rontok dan jatuh kedalam cetakan. Akibatnya pembengkakan terjadi disana, dan pecahan pasir menyebabkan inklusi pasir di tempat jatuhnya pasir cetak. Penyebabnya ialah bagian yang cembung dari cetakan mungkin rontok dan pecahan masuk kedalam cetakan sehingga saat penuangan logam cair inklusi terjadi pada cetakan. Cara mencegahnya ialah pembuatan cetakan harus memiliki permukaan pisah yang rata dan rapat sehingga logam cair tidak keluar melalui celah antara cetakan atas dan bawah, juga memperhatikan kadar lempung pasir cetak agar cetakan tidak mudah rontok. Cacat ini dapat di lihat pada gambar skema 2.28. (Tata surdia, 2015)



Gambar 2.28. Cacat terdorong keatas (Tata surdia, 2015)

2.8.7. Retakan.

Retakan secara luas dibagi menjadi retakan karena penyusutan dan retak karena tegangan sisa, sebabnya berbeda satu sama lain. Retak penyusutan sering terjadi pada bagian filet yang tajam dari suatu coran. Retakan yang disebabkan tegangan sisa adalah robekan panas yang terjadi pada temperatur tinggi, dan lainnya retakan pada temperatur rendah. Keduanya disebabkan karena pendinginan tak seimbang pada penyusutan. Penyebabnya ialah saluran turun dan penambah menambah ketidak seragaman pada pendinginan, perbedaan pembekuan dan waktu penyusutan disebabkan oleh ketidak seragaman tebal dinding cetakan. Pencegahan dapat dilakukan dengan memperhatikan waktu penuangan yang harus singkat, pembekuan yang harus seragam, logam cair harus diisi dari beberapa tempat dan sudut sudut tajam dari coran harus dihindarkan. Berikut gambar 2.29 skema cacat retakan. (Tata surdia, 2015)



Gambar 2.29. Skema cacat retakan (Tata surdia, 2015)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat pelaksanaan dalam pembuatan cetakan pasir pengikat air kaca dan pengikat bentonit ini adalah di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara kapten Muchtar Basri No. 3 Medan, dan untuk pengujian struktur mikro dilakukan di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara jalan Dr. Mansyur, Medan.

3.1.3 Waktu Penelitian

Adapun waktu penelitian pengaruh pengikat cetakan pasir terhadap kualitas produk pulley berbahan alumunium daur ulang ini dimulai dari persetujuan yang diberikan dosen pembimbing I dan II. Kemudian dilakukan penelitian pada tanggal (20 Mei) sampai dinyatakan selesai

Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

NO	Kegiatan	1	2	3	4	5	6	7
1	Study Literature							
2	Menentukan Rancangan							
3	Penyediaan Material							
4	Pembuatan Cetakan							
5	Penyusunan Skripsi							
6	Evaluasi dan penelitian							
7	Seminar sidang hasil							

3.2. Bahan dan Alat Yang Digunakan

3.2.1. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam proses penelitian perbandingan pengikat cetakan pasir adalah :

3.2.1.1. Pasir silika

Pasir silika digunakan sebagai bahan baku dari pembuatan cetakan dengan pengikat water glass, dan bentonit. Pasir yang didapat, terlebih dahulu diayak untuk mendapat ukuran pasir yang halus, hal ini dilakukan agar hasil dari pengecoran memiliki permukaan yang rata.



Gambar 3.1 Pasir silika

3.2.1.2. Air Kaca

Air kaca digunakan sebagai bahan pengikat pasir silika. Air kaca akan dicampur dengan sedikit air agar larut, setelah itu akan dilakukan proses pencampuran antara water glass dengan pasir silika halus.



Gambar 3.2 Air kaca

3.2.1.3. Bentonit

Bentonit digunakan sebagai bahan pengikat pasir silika. Bentonite akan dicampur dengan pasir silika halus kemudian diberi air sedikit demi sedikit dan di aduk hingga merata.



Gambar 3.3 Bentonit

3.2.1.4 Alumunium daur ulang.

Alumunium daur ulang digunakan sebagai bahan pembuatan produk yang di lebur dalam tungku.



Gambar 3.4 Alumunium daur ulang

3.2.2. Alat

Adapun alat yng digunakan untuk proses penelitian ini adalah:

3.2.2.1. Timbangan

Timbang berfungsi untuk menimbang jumlah pasir silika, bentonite dan air kaca agar mendapat komposisi yang baik



Gambar 3.5 Timbangan

3.2.2.2. Kotak kerangka cetak

Kotak cetak berfungsi sebagai wadah untuk meletakkan pasir cetak dan pola. Kotak cetak terbuat dari kayu dengan pengunci agar kotak cetakan tidak bergeser.



Gambar 3.6 Kotak cetak.

3.2.2.3. Pipa

Pipa digunakan untuk membuat *feeder* lubang saluran masuk aluminium cair dan *riser* sebagai lubang keluar udara.



Gambar 3.7 Pipa

3.2.2.4. Thermometer sensor

Thermometer sensor berfungsi sebagai alat untuk mengetahui dan juga mengukur temperatur peleburan aluminium dan penuangan aluminium cair.

Spesifikasi dari thermometer sensor:

- Akurasi; $\pm 1.5\%$
- Jarak ukur: 12:1
- Kisaran suhu: 50-750°C
- Resolusi: 0.1°C/°F
- Waktu respon: 500 ms



Gambar 3.8 Thermometer sensor

3.2.2.5. Tungku pelebur

Tungku pelebur berfungsi sebagai alat yang melebur aluminium. Tungku lebur yang digunakan berbahan bakar gas yang di salurkan Menggunakan heating torch.



Gambar 3.9 Tungku lebur

3.2.2.6. Mikroskop optik

Mikroskop optik digunakan untuk melihat dan mengamati struktur mikro pada hasil dari pengecoran.

Adapun spesifikasi dari mikroskop optik yang digunakan adalah :

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



Gambar 3.10 Mikroskop optik

3.2.2.7. *Hardness Rockwell*

Hardness Rockwell digunakan untuk mengetahui harga dari kekerasan setiap hasil pengecoran.

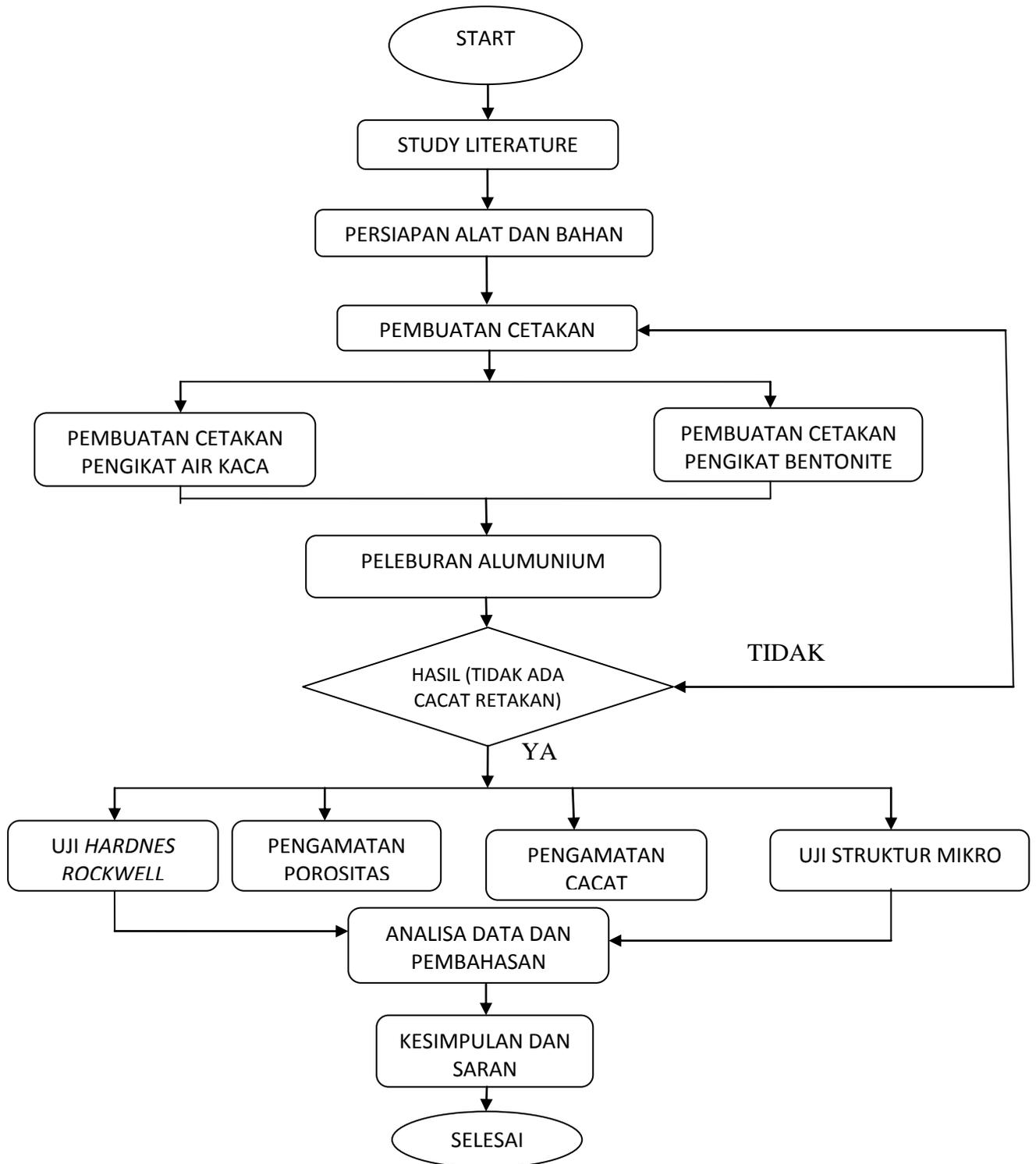
Spesifikasi HRC:

- Type of hardness test: Rockwell superficial
- Display: Digital
- Total test force control: automatic start
- Minimum reading: 0.1 HR indication
- Power supply: AC100-200V,1.2A



Gambar 3.11 *Hardness Rockwell test*

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.12 Diagram alir

3.3.1. Penjelasan Diagram Alir

1. Study literature, merupakan bagian sangat penting dalam sebuah proposal atau penelitian, teori yang melandasi dilakukannya penelitian. Studi literature juga merupakan sebagai kegiatan yang meliputi mencari, membaca dan memahami laporan-laporan penelitian dan bahan pustaka yang memuat teori-teori yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Persiapan alat dan bahan, merupakan proses yang dilakukan untuk mempersiapkan bahan serta mencari peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian serta mengetahui harga setiap bahan seperti jenis pasir, jenis pengikat, tungku lebur serta alat lainnya.
3. Pembuatan cetakan, merupakan proses yang sangat penting dalam pengecoran logam, dimana pasir dan bahan pengikat dicampur, pengikat yang digunakan yaitu pengikat bentonit dan air kaca dengan kadar pengikat yang telah ditetapkan. Kemudian dimasukkan kedalam kotak inti serta pembentukan pola pada cetakan. Proses ini memerlukan ketelitian serta kesabaran agar mendapat hasil cetakan yang baik.
4. Peleburan alumunium, merupakan proses dimana alumunium akan dilebur dalam tungku pelebur dengan temperatur 700° C. Kemudian di tuang kedalam cetakan. Dalam proses ini diperlukan konsentrasi agar tidak terjadi kecelakaan kerja.
5. Hasil pengecoran yang tidak memiliki cacat retakan kemudian diamati untuk mengetahui jenis cacat yang terjadi, agar dapat membandingkan kedua hasil coran.
6. Uji kekerasan, mikro struktur, pengamatan porositas dan cacat produk dilakukan untuk mendapat data sebagai pembanding antara kedua hasil pengecoran.
7. Analisa data dan pembahasan merupakan bagian dimana hasil dari pengecoran akan dibahas dan di analisa dengan melakukan beberapa pengujian yang akan membedakan setiap hasil dari proses pencetakan dengan jenis cetakan yang berbeda.

8. Kesimpulan adalah data-data yang didapat dari hasil penelitian cetakan mulai dari proses pembuatan cetakan hingga hasil produk yang didapat dari kedua jenis cetakan.

3.4. Prosedur Pembuatan Produk Coran.

Adapun prosedur pembuatan yang akan dilakukan ialah sbagai berikut:

- 1) Memepersiapkan bahan alumunium daur ulang yang akan dilebur, alumunium terlebih dahulu di bersihkan kemudian dipisahkan dari material yang tidak berbahan alumunium.



Gambar 3.13 Alumunium daur ulang

- 2) Menyiapkan alat dan bahan untuk membuat cetakan seperti pasir silika, pengikat pasir cetak, rangka cetak, air dan pola. Pasir silika halus dicampur dengan pengikat air kaca dan pengikat bentonit.



Gambar 3.14 Bahan cetakan.

- 3) Membuat cetakan dengan bahan pasir silika pengikat bentonit dan air kaca. Pasir cetak yang sudah dicampur dengan pengikat kemudian dimasukan

kedalam rangka cetak untuk pembentukan pola. Saluran turun juga dibuat dengan penuh perhitungan agar aluminium cair dapat mengalir dengan baik nantinya.



Gambar 3.15 Proses pencetakan pola

- 4) Menyiapkan alat dan bahan untuk melakukan proses peleburan seperti tungku, gas tabung 3 kg, ladle dan aluminium daur ulang. Pada penelitian ini digunakan tungku dengan bahan bakar gas.



Gambar 3.16 Tungku lebur dan gas tabung

- 5) Memasukan bahan aluminium daur ulang kedalam tungku lebur. Tunggu hingga aluminium benar-benar lebur, hingga mencapai temperatur 700°C .



Gambar 3.17 Proses memasukan dan peleburan Al

- 6) Menuangkan aluminium yang telah lebur dan mencapai temperatur 700°C kedalam cetakan melalui saluran turun yang telah dibuat pada cetakan.



Gambar 3.18 Proses penuangan aluminium cair.

- 7) Menunggu hingga temperatur menurun dan aluminium mengeras dengan baik, setelah itu lakukan pembongkaran cetakan.
- 8) Mengambil hasil pengecoran lalu dibersihkan dari pasir cetak yang melekat, kemudian memotong bagian saluran masuk dan melakukan *finishing* dengan proses pemesinan seperti gerinda dan pembubutan untuk membuat hasil pengecoran lebih baik.



Gambar 3.19 Pembongkaran cetakan

- 9) Mengambil hasil sisa pengecoran pada bagian saluran naik atau turun aluminium cair untuk kemudian dilakukan pengamatan cacat coran, cacat porositas dan pengujian kekerasan dengan metode HRC dan struktur mikro dengan alat mikroskop optik. Ukuran pulley yang dibuat memiliki diameter 3" dan lubang As 19 mm.



Gambar 3.20 Spesimen yang akan diuji.

- 10) Membandingkan hasil dari pengujian pada kedua hasil pengecoran alumunium daur ulang dengan cetakan pasir silika pengikat air kaca dan cetakan pasir silika pengikat .

3.5. Posedur Pengujian

3.5.1. Pengujian Struktur Mikro

1) Mikroskop Optik

Alat uji struktur mikro 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. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara. Adapun bentuk dari mikroskop optik yang digunakan seperti pada gambar 3.19 dibawah.

Adapun spesifikasi dari mikroskop optik yang digunakan adalah :

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



Gambar 3.21 Mikroskop optik dan laptop

2) Mesin *polish* (*polish drum machine*)

Mesin *polish* digunakan untuk pemolesan material spesimen. Pemolesan bertujuan untuk memperoleh permukaan sampel yang rata, dan halus bebas gores. Hal ini dilakukan agar spesimen yang akan diamati pada mikroskop optik dapat terlihat mikrostrukturnya dengan jelas. Mesin *polishing* yang digunakan seperti pada gambar 3.20 berikut.



Gambar 3.22 Mesin *polishing*

Pengujian mikrostruktur.

Pengujian metallografi dilakukan untuk melihat mikrostruktur yang ada dipermukaan spesimen. Pengujian ini menggunakan *Reflected Metallurgical Microscope* dengan tipe Raxvision No.545491, MM-10A, 230V-50Hz dan dilakukan di Laboratorium Metallurgi Teknik Mesin USU.

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

- 1) Mempersiapkan benda uji dengan menghaluskan permukaan specimen 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 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500 dan 2000. 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.

3.5.2. Prosedur Pengujian HRC (*Hardness Rockwell*)

Adapun prosedur pengujian *Hardness Rockwell* adalah sebagai berikut:

- 1) Mengatur beban dari alat uji yaitu 60 kgf
- 2) Memasang indenter bola baja 1/16" pada alat uji *Rockwell*
- 3) Meletakkan spesimen yang akan diuji pada meja dari alat uji *Rockwell*
- 4) Kemudian mengatur tuas alat uji hingga indenter bola baja menyentuh permukaan spesimen uji
- 5) Kemudian tekan tombol beban, tunggu beberapa saat hingga hasil pengujian terlihat pada layar
- 6) Kemudian baca dan catat nilai kekerasan yang dihasilkan
- 7) Turunkan tuas landasan hingga indenter tidak lagi menyentuh permukaan spesimen
- 8) Ulangi prosedur dengan 5 titik berbeda lainnya



Gambar 3.23 Alat uji kekerasan *Rockwell*

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pembuatan Cetakan.

4.1.1 Cetakan Pasir Dengan Pengikat Air Kaca

Cetakan pasir ini dibuat dengan mencampurkan pengikat air kaca yang dilarutkan dengan air dengan komposisi sebagai berikut:

- Pasir silika halus 12 kg
- Zat pengikat air kaca 0,6 kg dan
- Air 200 ml.

Kemudian zat pengikat air kaca dicampurkan dengan air, hingga menyatu, kemudian dicampurkan dengan pasir silika halus lalu aduk hingga merata. Setelah itu pasir cetak hasil pencampuran dimasukkan kedalam rangka cetak untuk proses pencetakan pola. Cetakan dengan pengikat air kaca tidak bisa langsung digunakan, sebab cetakan ini harus mengalami proses pengerasan. Proses pengerasan dilakukan dengan mendiamkan cetakan selama 24 jam. Cetakan dengan variasi ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Pengerasan diperoleh dengan pemadatan secara manual, kemudian didiamkan untuk proses pengerasan
- Memiliki kekerasan yang tinggi
- Dapat disimpan ditempat kering selama beberapa hari sebelum dicor
- Kemampuan daur ulang buruk. (Tata surdia, 2015)

Hasil pencetakan dapat dilihat pada gambar 4.1.

4.1.2 Cetakan Pasir Dengan Pengikat Bentonit.

Cetakan pasir dibuat dengan mencampurkan pasir silika halus dengan bentonit dengan komposisi sebagai berikut:

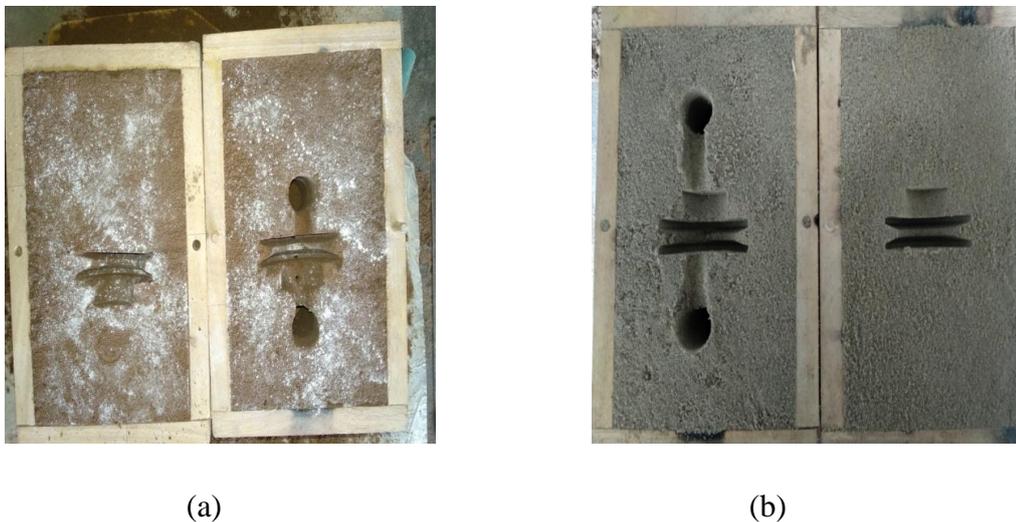
- Pasir silika yang telah diayak 10 kg,
- Zat pengikat bentonit 3 kg dan
- Air 500 ml.

Kemudian pasir silika halus dicampurkan dengan zat pengikat bentonit, aduk hingga rata sambil memberi air sedikit demi sedikit, hingga pasir cetak dapat

dikepal dan tidak mudah hancur. Kemudian pasir cetak dimasukkan kedalam rangka cetak untuk membentuk pola. Cetakan ini dapat langsung digunakan tanpa harus proses pengerasan. Cetakan dengan variasi ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Pengerasan didapat dengan cara pengerasan manual
- Mudah dibongkar
- Kemampuan daur ulang cukup baik
- Cetakan dicor sesegera mungkin
- Kualitas permukaan coran cukup. (Tata surdia, 2015)

Berikut gambar 4.1 hasil pembuatan cetakan



Gambar 4.1. Hasil pembuatan cetakan a. Cetakan yang dibuat dengan pasir silika pengikat bentonite, b. Cetakan yang dibuat dengan pasir silika pengikat air kaca.

4.2. Hasil Pengecoran Produk

Dalam pembuatan dan penelitian ini, produk dibuat dengan jumlah 2 produk dengan cetakan pasir pengikat air kaca dan pengikat bentonit, guna dapat membandingkan dan menguji hasil produk. Produk yang telah dibongkar dari cetakan kemudian dibersihkan dari sisa pasir cetak. Berikut gambar 4.2 yang menunjukkan hasil dari pencetakan.



(a)



(b)

Gambar 4.2 a. Hasil produk dari cetakan pasir silika pengikat bentonit, b. hasil produk dari cetakan pasir silika pengikat air kaca.

Produk hasil pengecoran kemudian di *finishing* dengan proses permesinan menggunakan alat gerenda tangan dan mesin bubut untuk membuat lubang pada produk pulley. Berikut gambar produk pulley setelah dilakukan *finishing*.



(a)



(b)

Gambar 4.3 hasil *finishing* produk. (a) produk dengan cetakan pasir silika pengikat air kaca. (b) produk dengan cetakan pasir silika pengikat bentonit.

4.3. Menganalisa Jenis Cacat Pada Produk.

Pengamatan jenis cacat dilakukan dengan melihat dan mengamati hasil pengecoran tanpa menggunakan indra penglihatan. Setelah diamati dengan baik pada kedua produk terdapat beberapa cacat seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2 diatas.

Produk yang dihasilkan dari cetakan pasir silika dengan pengikat air kaca dan bentonite masih terdapat cacat. Berikut jenis cacat yang terdapat pada produk dengan cetakan pasir silika pengikat air kaca :

4.3.1. Jenis cacat yang terjadi pada hasil pengecoran.

1) Cacat rongga udara

Jenis cacat ini banyak di temui hampir di semua jenis bentuk. Untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan membuat saluran turun pada tempat yang benar dan menuangkan logam cair dengan temperatur dan kecepatan penuangan yang tepat. Jenis cacat rongga udara terlihat pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Cacat rongga udara.

2) Penyusutan luar

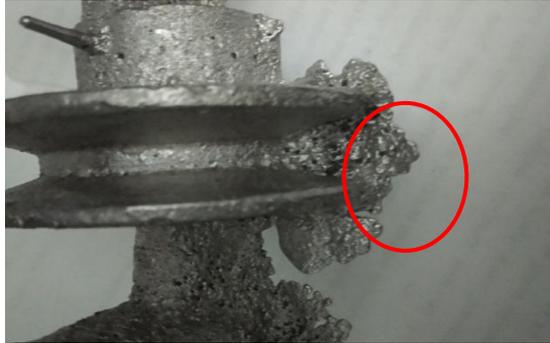
Penyusutan luar memberikan lubang pada permukaan luar dari coran, yang disebabkan penyusutan pada pembekuan logam cair. Penyebab rongga penyusutan dapat berupa temperatur penuangan, alumunium cair terdapat kotoran, cetakan membengkak karena tekanan dari logam cair dibagian cetakan yang kurang mampat Bentuk cacat terlihat pada gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Cacat penyusutan luar, terlihat seperti rongga

3) Dorongan keatas

Pada pemasangan cetakan atas dan bawah, sebagian dari cetakan mungkin rontok dan jatuh dalam cetakan. Akibatnya pembengkakan terjadi, sehingga logam cair keluar dari cetakan. Pencegahan dapat dilakukan dengan membuat permukaan pisah antara cetakan rata agar tidak terjadi dorongan keatas oleh logam cair. Jenis cacat ini dapat dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Cacat akibat terdapat celah antara rangka cetak atas dan bawah.

4) Lubang jarum

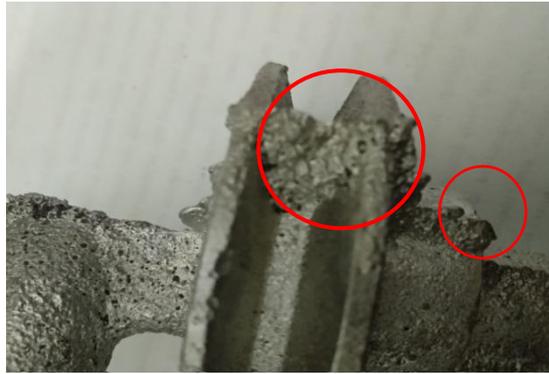
Lubang jarum adalah lubang dimana permukaannya halus dan berbentuk bola. Ukuran cacat lubang jarum adalah dibawah 1 sampai 2 mm sangat kecil dan berbentuk seperti bekas tusukan jarum. Pencegahan dapat dilakukan dengan penuangan yang tidak terlalu lambat, juga dengan temperatur tuang yang tidak rendah. Berikut gambar 4.7 yang menunjukkan cacat lubang jarum.



Gambar 4.7 Cacat lubang jarum pada produk

5) Cetakan rontok

Bentuk bengkakan tak menentu terjadi disebabkan pecahnya cetakan dan pecahan pasir ini menyebabkan inklusi pasir ditempat lain. Hal ini disebabkan pengerjaan yang cerobah, oleh sebab itu diusahakan bekerja dengan hati-hati dalam tiap proses. Bentuk cacat dapat dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Cacat yang terjadi akibat cetakan yang rontok.

6) Pelekat

Pada proses penarikan pola, sebagian pasir dari cetakan mungkin melekat pada pola, penumbukan cetakan yang tidak sesuai sehingga bisa berbentuk berbagai macam gumpalan melekat pada permukaan coran. Pencegahan cacat ini dapat dilakukan dengan penggunaan pasir yang cukup dingin, penumbukan yang cukup, pelepasan dari pola harus baik dan penggunaan pasir yang berkekuatan cukup. Jenis cacat ini dapat dilihat pada gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4.9 Cacat yang disebabkan pasir cetak yang melekat pada permukaan produk hasil coran.

Tabel 4.1 Perbandingan cacat yang terjadi pada hasil pengecoran

Jenis Cacat	Variasi Bentonit	Variasi Air Kaca
Cacat pelekat	3	1
Cacat cetakan rontok	4	2
Cacat lubang jarum	6	3
Penyusutan luar	1	2
Rongga udara	1	-
Dorongan keatas	1	1

Berdasarkan tabel perbandingan cacat diatas, hasil pengamatan dengan indra penglihatan menunjukkan bahwa cacat coran lebih sedikit terjadi pada variasi pengikat cetakan air kaca dibandingkan variasi pengikat bentonit.

4.4. Pengujian Hasil Pengecoran

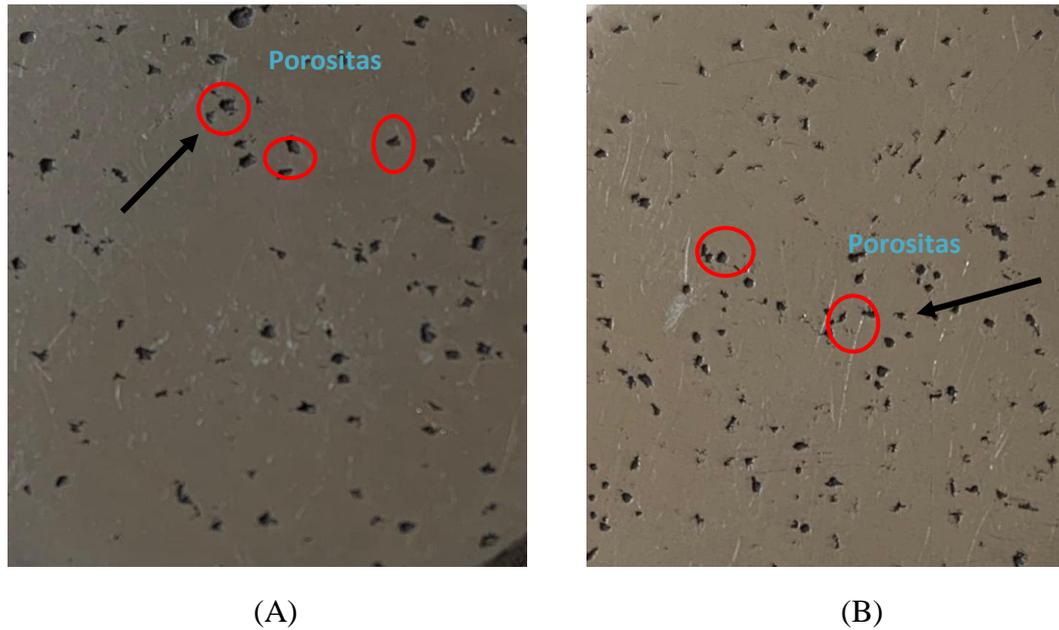
Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengamatan cacat porositas, struktur mikro dan uji kekerasan pada spesimen hasil dari pengecoran yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi pengikat cetakan terhadap kualitas hasil pengecoran.

4.4.1. Pengamatan Porositas

Pengamatan ini dilakukan dengan cara salah satu bagian benda uji di gosok dengan kertas amplas hingga halus kemudian kembali di gosok lagi dengan autosol hingga mengkilap supaya proses porositas terlihat, setelah itu di foto untuk kemudian membandingkan hasil dari setiap variasi pengikat cetakan pasir. Berikut gambar hasil pengamatan porositas pada hasil pengecoran.



Gambar 4.10 Spesimen pengujian struktur mikro dan cacat porositas. (A) Spesimen pengikat air kaca, (B) Spesimen pengikat bentonit.



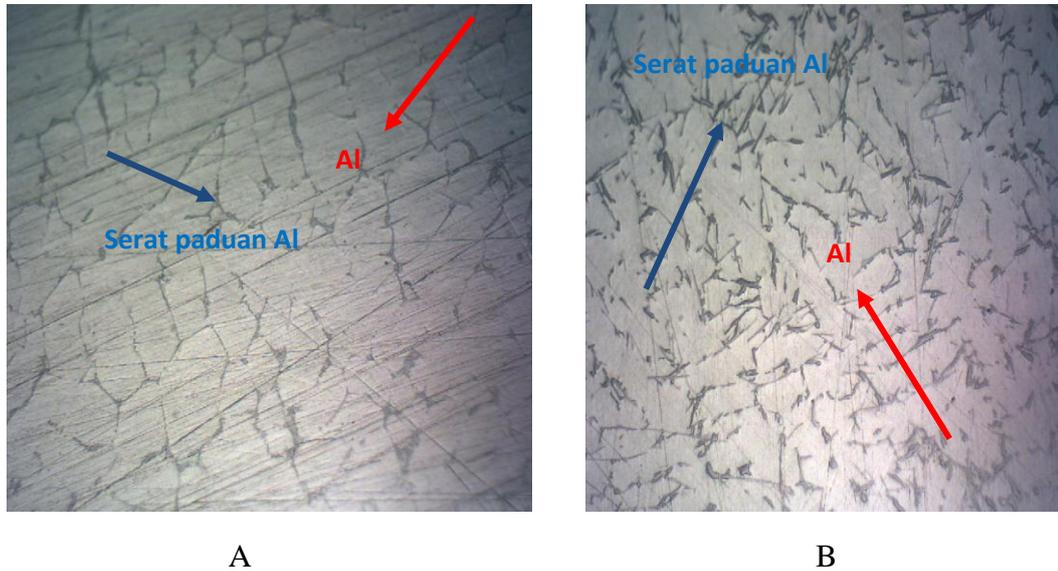
Gambar 4.11 Perbandingan hasil pengamatan cacat porositas, (A) variasi pengikat air kaca, (B) variasi pengikat bentonit.

Dari hasil yang ditunjukkan oleh gambar 4.11 di atas dapat dilihat bahwa hasil coran dengan cetakan pasir silika pengikat air kaca lebih sedikit mengalami cacat porositas dibandingkan dengan hasil dari cetakan pasir silika pengikat bentonit. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan temperatur pada cetakan dimana cetakan pasir dengan pengikat air kaca lebih tinggi dibandingkan cetakan pasir pengikat bentonit. Karena semakin tinggi suhu cetakan semakin sedikit pula cacat porositas yang terjadi. (Addinul haqqi, 2018). Cacat porositas ini disebabkan karena adanya gelembung-gelembung udara yang terperangkap selama proses pembekuan.

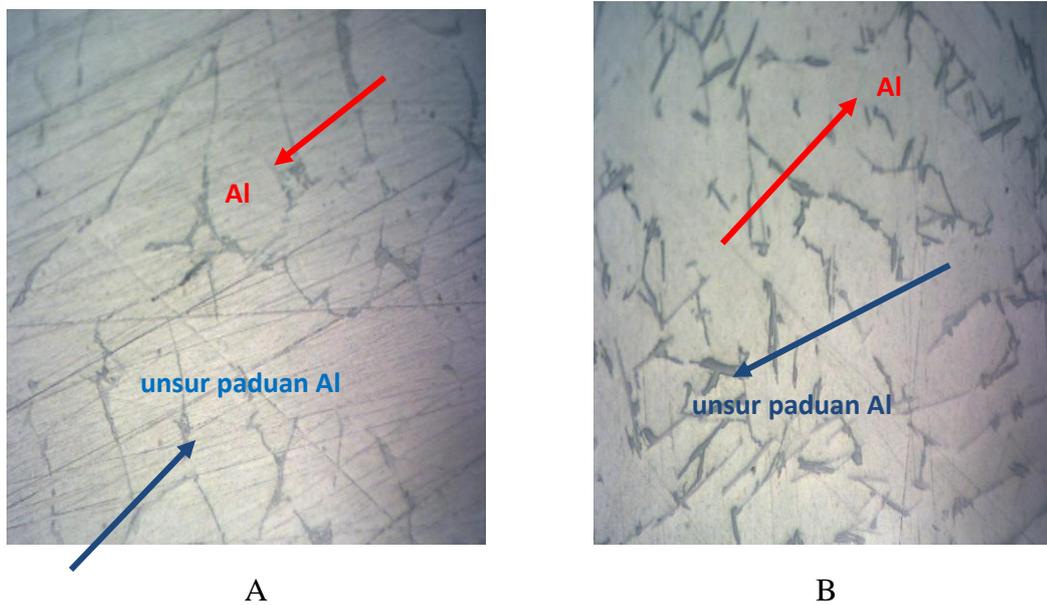
4.4.2. Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara dengan pembesaran 100x, dan 200x. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat mikroskop optik. Untuk melakukan pengujian benda yang akan diuji terlebih dahulu digosok dengan mesin polish pada permukaan yang rata menggunakan kertas amplas tahan air yang di aliri air. Ukuran kertas amplas yang digunakan dengan kekasaran 400, 600, 800, 1000, 1500 dan 2000. Permukaan yang di polish hanya satu permukaan saja, setelah itu benda uji di polish lagi dengan *autosol* agar mikro struktur benda uji terlihat

dengan jelas pada saat pengujian dengan mikroskop optik. Berikut gambar hasil pengujian mikrostruktur.



Gambar 4.12 Perbandingan foto struktur mikro pada pembesaran 100x. (A) Cetakan pasir silika dengan pengikat bentonit, (B) Cetakan pasir silika dengan pengikat air kaca.



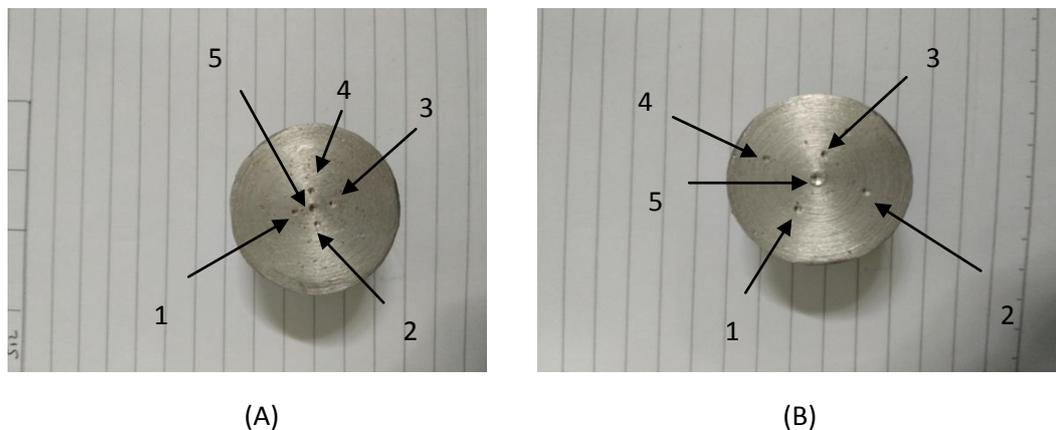
Gambar 4.13 Perbandingan foto struktur mikro dengan pembesaran 200x. (A) Cetakan pasir silika dengan pengikat bentonit, (B) Cetakan pasir silika dengan pengikat air kaca.

Pada uji struktur mikro hasil coran dapat dilihat gambar 4.13 diatas, terlihat unsur Al berupa butiran dasar berwarna putih, sedangkan unsur paduan Al berwarna gelap dengan bentuk memanjang. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa unsur paduan lebih banyak terdapat pada produk dengan cetakan pasir

pengikat air kaca di bandingkan pengikat bentonit. Dengan demikian struktur mikro hasil pengecoran dengan cetakan pasir silika pengikat air kaca lebih baik sebab unsur penguat dapat mempengaruhi dari kualitas produk dari segi kekuatan mekaniknya. Perbedaan struktur mikro dapat terjadi karena perbedaan jenis cetakan yang digunakan, suhu dari aluminium cair saat dituangkan kedalam cetakan juga mempengaruhi struktur mikro hasil pengecoran.

4.4.3 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di laboratorium Mekanika Kekuatan Material Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara menggunakan metode HRC. Pengujian ini menggunakan spesimen hasil pengecoran yang diambil pada bagian saluran turun cetakan dengan tebal spesimen 20 mm. Pengujian kekerasan menggunakan beban 60 kgf dan indentor bola yang terbuat dari baja yang dikeraskan dengan diameter 1/16. Pengujian dilakukan di 5 titik pada satu specimen. Dari hasil pengujian kekerasan didapat hasil sebagai berikut:



Gambar 4.14 Spesimen uji kekerasan HRC. (A) Variasi pengikat bentonit, (B) Variasi pengikat air kaca

Tabel 4.2 Hasil pengujian HRC (*Hardness Rockwell*) pada spesimen dengan pengikat bentonit

NO	Beban (kgf)	Rockwell	Brinell
1	60	26,7	264,2
2	60	29,4	278,8
3	60	32,3	299,4
4	60	31,7	294,9
5	60	33,5	309,0
Rata-rata		30,72	289,26

Tabel 4.3 Hasil pengujian HRC(*Hardness Rockwell*) pada spesimen dengan pengikat air kaca

NO	Beban (kgf)	Rockwell	Brinell
1	60	27,9	269,5
2	60	30,4	285,8
3	60	29,3	278,1
4	60	35,4	326,0
5	60	32,4	300,2
Rata-rata		31,08	291,92

Pada hasil pengujian kekerasan produk cor alumunium yang menggunakan variasi pengikat pasir cetak air kaca menunjukkan hasil 31,08 HRC, sedangkan pengujian kekerasan pada produk cor yang menggunakan variasi pengikat bentonit menunjukkan hasil 30.72, hasil yang didapat dengan pengujian metode HRC kemudian di konversikan kedalam hasil *Hardness Brinell*. Hasil yang didapat tidak terlalu menunjukkan perbedaan yang signifikan. Perbedaan kekerasan hasil pengecoran dapat terjadi karna lambatnya proses pengerasan yang terjadi karena perbedaan temperatur didalam cetakan sehingga mengakibatkan harga kekerasan turun. Selain itu cacat porositas juga mempengaruhi nilai dari kekerasan hasil coran, semakin banyak porositas maka semakin rendah nilai kekerasan hasil coran. Sebaliknya semakin sedikit porositas yang terdapat pada produk coran maka semakin meningkat pula nilai kekerasannya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan proses pembuatan pembahasan dan penelitian maka di ambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari hasil pembuatan produk didapat bahwa cetaka pasir silika dengan pengikat air kaca menghasilkan produk pulley lebih baik dan minim cacat dibandingkan dengan cetakan pasir silika pengikat bentonit. Produk dapat digunakan pada motor listrik sebagai komponen untuk mentransmisikan daya. Dari kualitas produk masih harus di tingkatkan dengan perbaikan pada pembuatan cetakan dan penambahan unsur penguat pada alumunium.
2. Dari hasil pembuatan dan penelitian, pada produk masih terdapat cacat yang terjadi pada saat proses pengecoran. Berikut tabel perbandingan cacat yang terjadi:

Jenis Cacat	Variasi Bentonit	Variasi Air Kaca
Cacat pelek	3	1
Cacat cetakan rontok	4	2
Cacat lubang jarum	6	3
Penyusutan luar	1	2
Rongga udara	1	-
Dorongan keatas	1	1

3. Hasil pengujian kekerasan HRC, kekerasan produk cor almunium dengan variasi pengikat air kaca lebih tinggi dengan nilai 31,08, sedangkan kekerasan produk cor almunium dengan variasi pengikat bentonit mencapai 30,72, hasil pengujian struktur mikro menunjukkan bahwa variasi pengikat cetakan pasir mempengaruhi struktur mikro hasil pengecoran. Hasil pengujian cacat porositas didapat bahwa cetakan pasir silika dengan pengikat air kaca memiliki lebih sedikit cacat porositas dibandingkan dengan pengikat bentonit. Berarti dalam penelitian ini variasi pengikat air kaca dan bentonit pada cetakan pasir mempengaruhi kekerasan, struktur mikro dan cacat porositas dari hasil pengecoran.

5.2. Saran.

1. Dalam melakukan proses pembuatan cetakan diperlukan ketelitian serta berhati-hati agar hasil cetakan yang didapat bagus dan sesuai dengan hasil yang diinginkan.
2. Sebelum melakukan pembuatan ada baiknya mempelajari terlebih dahulu jenis cetakan yang akan dibuat baik dari segi pengikat pasir juga pemilihan bentuk pola.
3. Dalam melakukan proses pengujian ada baiknya didampingi dengan orang yang lebih memahami dari alat uji yang kita gunakan.
4. Sebelum melakukan proses pengecoran perlu memperhatikan temperatur dan kecepatan penuangan serta tidak melupakan alat pelindung diri.

DAFTAR PUSTAKA

- Akuan, Abrianto, 2010. "Teknik Pengecoran & Peleburan Logam" Modul Praktikum. Universitas Jendral Ahmad Yani
- Ambogo, Dimas, 2018. "*Pengaruh Variasi Media Pasir Cetak Kali, Cetakan Pasir CO₂, dan Cetakan Logam Terhadap Produk Flange Alumunium*". Universitas Negeri Surakarta.
- Dharma, Anggara, 2011 "*Material Teknik*". Universitas Brawijaya.
- Harsono, Charis Sonny 2006, "*Karakteristik Kekuatan Pada Paduan Alumunium Tuang*". Universitas Negeri Semarang
- Haryono, Dwi. 2019. "*Pengaruh Jenis Pasir Cetak Terhadap Produk Pengecoran Alumunium Dengan Metode Lost Foam Casting*". Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mulyanto. 2018. "*Pengaruh Variasi Cetakan Terhadap Produk Alumunium Daur Ulang Menggunakan Sand Casting*". Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Persatika, Wulanda Yunista, 2018. "*Modifikasi Pasir Lempung Sebagai Raw Material Pasir Cetak Pada Proses Peleburan Scrap Alumunium*" Universitas Lampung.
- Saito, Shinroku dan Surdia, Tata. 1992. "*Pengetahuan Bahan Teknik*". PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Surdia, Tata dan Chijawa, Kenji, 2015. "*Teknik Pengecoran Logam*" PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Tantawi, Moch Amirul Sayid, 2017. "*Pengaruh Cetakan Pasir Silika Dengan Zat Pengikat Bentonit Pada Pengecoran Kuningan Terhadap Cacat Coran, Struktur Mikro dan Kekerasan*". Universitas Negeri Semarang.

LAMPIRAN



MSU

(Cerdas | Terpercaya)

Surat ini agar disebutkan pengalinya

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

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : fatek@umsu.ac.id

Medan, 13 Januari 2020

HAL : Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium

Kepada :

Yth. Ir. Tugiman, MT

Kepala Laboratorium Metalurgi Departemen Teknik Mesin USU

Ditempat

Dengan hormat,

Bersama dengan surat ini, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	Npm	Tanda Tangan Mahasiswa
M. Fachri	1507230196	

Bermaksud memakai alat uji :

Nama Alat	Jumlah	Keterangan
Microskop Optik	1	

Untuk keperluan tugas akhir yang rencananya akan dilaksanakan pada :

Tanggal : Rabu, 15 Januari 2020 - Selesai

Tempat : Laboratorium Metalurgi Departemen Teknik Mesin USU

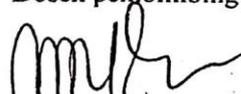
Demikian surat permohonan ini saya buat dan saya bertanggung jawab sepenuhnya jika terjadi kerusakan atau kehilangan alat di atas selama saya pakai. Atas perhatiannya dan bantuannya saya ucapkan terima kasih.

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Mesin


Affandi ST, MT

Dosen pembimbing

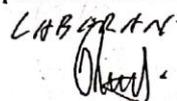

M. Yani ST, MT

Penanggung jawab


M. Fachri

Menyetujui

AN Kepala Laboratorium



Ir. Tugiman, MT

NIP. 195704121985031004

SURAT PENGAJUAN PEMINJAMAN
PERALATAN LABORATORIUM
OLEH MAHASISWA

Kepada Yth : Bapak/Ibu..... AFFANDI S.T, M.T
Bapak/Ibu Kepala Laboratorium... MKM.....
Program Studi Teknik Mesin

Assalamualaikum Wr. Wb.

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. FACHRI.....

NPM : 1507230196.....

Mengajukan permohonan peminjaman peralatan laboratorium Program Studi
Teknik Mesin untuk melakukan pengujian (skripsi/penelitian) di :

Laboratorium : M.KM.....

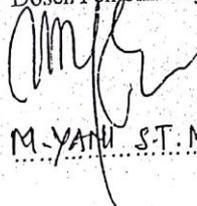
Waktu peminjaman : 15 Januari s/d.....

Peralatan yang dipinjam : Alat uji Hardness test
.....
.....
.....
.....

Demikian surat ini diperbuat, atas perhatian dan izin memberikan
peminjamannya saya ucapkan terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Mengetahui
Dosen Pembimbing


M. YANTI S.T. M.T

Medan,
Pemohon


M. FACHRI

Mengetahui/Menyetujui

Kepala Lab MKM.....


AFFANDI S.T. M.T

Prodi Teknik Mesin


AFFANDI S.T. M.T


HARDNESS CONVERSION TABLE

MITUTOYO'S ANALOG AND DIGITAL ROCKWELL HARDNESS TESTER HR-100 ~ 400 SERIES



Approximate equivalent value for the Rockwell C hardness of steel

Rockwell	Vickers	Rockwell	Rockwell Superficial				Brinell	Shore	Tensile Strength	Rockwell
HRC	HV	HRA	HRD	HR15N	HR30N	HR45N	HBS	HS	Mpa	HRC
80,0	1865,0	92,0	86,5	96,5	92,0	87,0	-	-	-	80,0
79,0	1787,0	91,5	85,5	96,2	91,5	86,5	-	-	-	79,0
78,0	1710,0	91,0	84,5	96,0	91,0	85,5	-	-	-	78,0
77,0	1633,0	90,5	84,0	95,7	90,5	84,5	-	-	-	77,0
76,0	1556,0	90,0	83,0	95,5	90,0	83,5	-	-	-	76,0
75,0	1478,0	89,5	82,5	95,2	89,0	82,5	-	-	-	75,0
74,0	1400,0	89,0	81,5	95,0	88,5	81,5	-	-	-	74,0
73,0	1323,0	88,5	81,0	94,7	88,0	80,5	-	-	-	73,0
72,0	1245,0	88,0	80,0	94,5	87,0	79,5	-	-	-	72,0
71,0	1160,0	87,0	79,5	94,2	86,5	78,5	-	-	-	71,0
70,0	1076,0	86,5	78,5	94,0	86,0	77,5	-	-	-	70,0
69,0	1004,0	86,0	78,0	93,5	85,0	76,5	-	-	-	69,0
68,0	940,0	85,6	76,9	93,2	84,4	75,4	-	-	-	68,0
67,0	900,0	85,0	76,1	92,9	83,6	74,2	-	95,2	-	67,0
66,0	865,0	84,5	75,4	92,5	82,8	73,3	-	93,1	-	66,0
65,0	832,0	83,9	74,5	92,2	81,9	72,0	-	90,0	-	65,0
64,0	800,0	83,4	73,8	91,8	81,1	71,0	-	88,9	-	64,0
63,0	772,0	82,8	73,0	91,4	80,1	69,9	-	87,0	-	63,0
62,0	746,0	82,3	72,2	91,1	79,3	68,8	-	85,2	-	62,0
61,0	720,0	81,8	71,5	90,7	78,4	67,7	-	83,3	-	61,0
60,0	697,0	81,2	70,7	90,2	77,5	66,6	614,0	81,6	2165,0	60,0
59,0	674,0	80,7	69,9	89,8	76,6	65,5	600,0	79,9	2110,0	59,0
58,0	653,0	80,1	69,2	89,3	75,7	64,3	587,0	78,2	2062,0	58,0
57,0	633,0	79,6	68,5	88,9	74,8	63,2	573,0	76,6	2006,0	57,0
56,0	613,0	79,0	67,7	88,3	73,9	62,0	560,0	75,0	1958,0	56,0
55,0	595,0	78,5	66,9	87,9	73,0	60,9	547,0	73,5	1910,0	55,0
54,0	577,0	78,0	66,1	87,4	72,0	59,8	534,0	71,9	1862,0	54,0
53,0	560,0	77,4	65,4	86,9	71,2	58,6	522,0	70,4	1813,0	53,0
52,0	544,0	76,8	64,6	86,4	70,2	57,4	509,0	69,0	1765,0	52,0
51,0	528,0	76,3	63,8	85,9	69,4	56,1	496,0	67,6	1724,0	51,0
50,0	513,0	75,9	63,1	85,5	68,5	55,0	484,0	66,2	1675,0	50,0
49,0	498,0	75,2	62,1	85,0	67,6	53,8	472,0	64,7	1627,0	49,0
48,0	484,0	74,7	61,4	84,5	66,7	52,5	460,0	63,4	1586,0	48,0
47,0	471,0	74,1	60,8	83,9	65,8	51,4	448,0	62,1	1538,0	47,0
46,0	458,0	73,6	60,0	83,5	64,8	50,3	437,0	60,8	1496,0	46,0
45,0	446,0	73,1	59,2	83,0	64,0	49,0	426,0	59,6	1455,0	45,0
44,0	434,0	72,5	58,5	82,5	63,1	47,8	415,0	58,4	1413,0	44,0
43,0	423,0	72,0	57,7	82,0	62,2	46,7	404,0	57,2	1372,0	43,0
42,0	412,0	71,5	56,9	81,5	61,3	45,5	393,0	56,1	1338,0	42,0
41,0	402,0	70,9	56,2	80,9	60,4	44,3	382,0	55,0	1296,0	41,0
40,0	392,0	70,4	55,4	80,4	59,5	43,1	372,0	53,9	1255,0	40,0
39,0	382,0	69,9	54,6	79,9	58,6	41,9	362,0	52,9	1220,0	39,0
38,0	372,0	69,4	53,8	79,4	57,7	40,8	352,0	51,8	1197,0	38,0
37,0	363,0	68,9	53,1	78,8	56,8	39,6	342,0	50,7	1145,0	37,0
36,0	354,0	68,4	52,3	78,3	55,9	38,4	332,0	49,7	1117,0	36,0
35,0	345,0	67,9	51,5	77,7	55,0	37,2	322,0	48,7	1082,0	35,0
34,0	336,0	67,4	50,8	77,2	54,2	36,1	313,0	47,7	1055,0	34,0
33,0	327,0	66,8	50,0	76,6	53,3	34,9	305,0	46,6	1020,0	33,0
32,0	318,0	66,3	49,2	76,1	52,1	33,7	297,0	45,6	993,0	32,0
31,0	310,0	65,8	48,4	75,6	51,3	32,5	290,0	44,6	965,0	31,0
30,0	302,0	65,3	47,7	75,0	50,4	31,3	283,0	43,6	938,0	30,0
29,0	294,0	64,6	47,0	74,5	49,5	30,1	276,0	42,7	910,0	29,0
28,0	286,0	64,3	46,1	73,9	48,6	28,9	270,0	41,7	889,0	28,0
27,0	279,0	63,8	45,2	73,3	47,7	27,8	265,0	40,8	869,0	27,0
26,0	272,0	63,3	44,6	72,8	46,8	26,7	260,0	39,9	848,0	26,0
25,0	266,0	62,8	43,8	72,2	45,9	25,5	255,0	39,2	827,0	25,0
24,0	260,0	62,4	43,1	71,6	45,0	24,3	250,0	38,4	807,0	24,0
23,0	254,0	62,0	42,1	71,0	44,0	23,1	245,0	37,7	793,0	23,0
22,0	248,0	61,5	41,6	70,5	43,2	22,0	240,0	36,9	772,0	22,0
21,0	243,0	61,0	40,9	69,9	42,3	20,7	235,0	36,3	758,0	21,0
20,0	238,0	60,5	40,1	69,4	41,5	19,6	230,0	35,6	755,0	20,0

*This conversion table is edited based on the SAE J 417 standard. Shore hardness is based on the JIS B 7731 standard.
*The values obtained with the conversion table are approximate and for consultation only. They should not be used as the reference values and/or acceptance criteria.

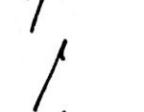
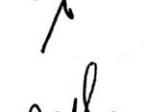
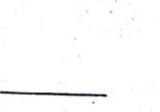


LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pengaruh Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Kualitas Produk Pulley Berbahan Aluminium Daur Ulang

Nama : M. Fachri
NPM : 1507230196

Dosen Pembimbing 1 : M. Yani, S.T.,M.T
Dosen Pembimbing 2 : Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	1-7-2019	Pemberian Spesifikasi Jajegs	
	4.7-2019	Bab I Perbaiki latar Belakang, kuyur	
		Bab II dan	
		Perbaiki Bab III,	
	9-1-2020	Lampir Bab III, Bab IV dan	
	22-1-2020	Perbaiki Bab IV	
	29-1-2020	Perbaiki abstrak	
	28-1-2020	Perbaiki bab II dan III	
	20/1/20	Kembali Kembali III	
		Ace Seminar	



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Surat ini agar disebutkan
dan tanggalnya

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

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor 675/3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 20 Mei 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : M FACHRI
Npm : 1507230196
Program Studi : Teknik Mesin
Semester : V111 (Delapan)
Judul Tugas Akhir : PERBANDINGAN CETAKAN PASIR KUARSA PENGIKAT
WATER GLASS DENGAN CETAKAN PASIR KUARSA PENGIKAT
TANAH LIAT PADA PRODUK BEHEL SEPEDA MOTOR
BERBAHAN ALUMUNIUM BEKAS

Pembimbing 1 : M.YANI ST.MT
Pembimbing 11 : Dr.Eng RAKHMAD ARIF SIREGAR

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Tehnik 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, 15 Ramadhan 1440 H
20 Mei 2019 M



Dekan

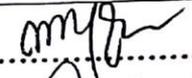
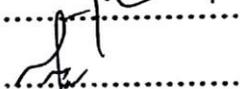
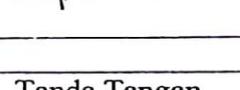
Munawar Alfansury Siregar ST.MT

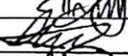
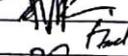
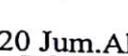
NIDN: 0101017202

Cc. File

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2019 – 2020**

Peserta Seminar
 Nama : M.Fachri
 NPM : 1507230196
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Kualitas Produk Pulley Berbahan Aluminium Daur Ulang.

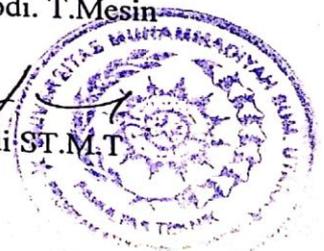
DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	: 
Pemanding – I : Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 
Pemanding – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230205	Reza Elvandra Hrp	
2	1507230178	Dana Setiawan	
3	1507230084	HASEM EFENDI	
4	1507230154	Muhammad Rizky	
5	1307230082	Habibullah Manullang	
6	1307230222	Amir Hamjah Harahap	
7	1307230116	AKBAR RIZKY	
8	1507230283	M.HASIL HARAHAP	
9	1507230171	MHD. KARUL AZHARI B.	
10	1507230084	SAHATA SARAGIH	

Medan, 20 Jum.Akhir 1441 H
14 Februari 2020 M

Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi ST.M.T



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

NAMA : M.Fachri
NPM : 1507230196
Judul T.Akhir : Pengaruh Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Kualitas Produk Pulley Berbahan Aluminium Daur Ulang.

Dosen Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
..... *lihat buku tugas akhir*
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 20 Jum.Akhir 1441 H
11 Februari 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi S.T.M.T


Dosen Pembanding- I
Chandra A Siregar
Chandra A Siregar.S.T.M.T

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

NAMA : M.Fachri
NPM : 1507230196
Judul T.Akhir : Pengaruh Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Kualitas Produk Pulley Berbahan Aluminium Daur Ulang.

Dosen Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

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

.....
Lihat buku skripsi
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 20 Jum.Akhir 1441 H
11 Februari 2020 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi S.T.M.T.



Dosen Pembanding- II


H.Muharnif.S.T.M.Sc

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

1. Nama : M FACHRI
2. Jenis Kelamin : Laki – Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : BINJAI SERBANGAN, 16 – 09 – 1997
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Kawin
6. Agama : Islam
7. Alamat : Jl. Pelita LK. VI Kel. Binjai Serbangan,
Kec. Air Joman, Kab. Asahan.
8. No. Hp : 0821-6542-1503
9. Email : m.fachri1697@gmail.com

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDIKAN FORMAL	TAHUN
1	SDN 010243 AIR JOMAN	2003 – 2009
2	SMP NEGERI 1 AIR JOMAN	2009 – 2012
3	SMK NEGERI 2 KISARAN	2012 – 2015
4	TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA	2015 – 2020