

**TUGAS SARJANA**

**KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**

**PENGARUH PENGGUNAAN JENIS PASIR PADA  
PEMBUATAN CETAKAN TERHADAP KECACATAN  
PRODUK UNTUK MEMBENTUK PROFIL  
ALUMINIUM**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik ( S.T )  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun oleh :**

**NAMA : ANDRIANTO SIAGIAN  
NPM : 1207230276**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN-I**  
**TUGAS SARJANA**  
**PENGARUH PENGGUNAAN JENIS PASIR CETAK PADA**  
**PEMBUATAN CETAKAN TERHADAP KECACATAN**  
**PRODUK UNTUK MEMBENTUK PROFIL ALUMINIUM**

Disusun Oleh :

**ANDRIANTO SIAGIAN**  
1207230276

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

(RAHMATULLAH, S.T.,M.Sc)

Pembimbing – II

(Dr Eng. RAKHMAD ARIEF SIREGAR)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

(AFFANDI, S.T)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN-II**

**TUGAS SARJANA**

**KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR**

**PENGARUH PENGGUNAAN JENIS PASIR PADA PEMBUATAN  
CETAKAN TERHADAP KECACATAN PRODUK UNTUK  
MEMBENTUK PROFIL ALUMINIUM**

Disusun Oleh :

**ANDRIANTO SIAGIAN**  
1207230276


Telah diperiksa dan diperbaiki  
pada seminar tanggal 23 februari 2018

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembanding-I

  
(Ir.H. Batu Mahadi Siregar.M.T)

Pembanding-II

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

Diketahui oleh :  
Ka. Program Studi Teknik Mesin

(AFFANDI, S.T)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS TEKNIK**  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

**DAFTAR SPESIFIKASI**  
**TUGAS SARJANA**

Nama Mahasiswa : Andrianto Siagian

NPM : 1207230276

Semester : XII (Dua Belas)

SPESIFIKASI : Pengaruh Penggunaan Jenis Pasir Pada  
Pembuatan Cetakan Terhadap  
Kecacatan Produk Untuk  
Membentuk Profil Aluminium

Diberikan Tanggal : 10 November 2016

Selesai Tanggal : 24 Januari 2018

Asistensi : 2 Minggu Sekali

Tempat Asistensi : UMSU

Medan, 24 Januari 2018

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

  
(Affandi, S.T.)

Dosen Pembimbing-I

  
(Rahmatullah, S.T., M.Sc.)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS TEKNIK**  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

DAFTAR HADIR ASISTENSI

TUGAS SARJANA

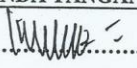
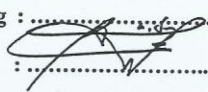
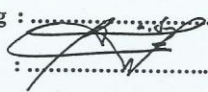
PENGARUH KUALITAS PASIR PADA PEMBUATAN CETAKAN TERHADAP  
KECACATAN PRODUK UNTUK MEMBENTUK PROFIL ALUMINIUM

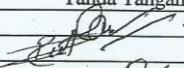
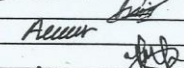
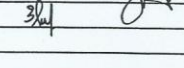
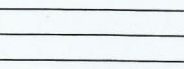
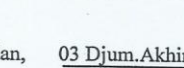
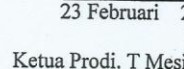
NAMA : Andrianto Siagian PEMBIMBING – I : RAHMATULLAH,  
S.T.,M.Sc.  
NPM : 1207230276 PEMBIMBING – II : Dr Eng. RAKHMAD  
ARIF SIREGAR

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
	Belasa / 10-01-2017	Pemilihan topic	1/Ut
	Kamis / 09-02-2017	Cek tulisan	1/Ut
	Rabu / 20-09-2017	Cek Bab 2,3,4	1/Ut
	Rabu / 24-01-2018	Cek ke Bab. 2	1/Ut
	.	Acc Seminar	1/Ut
	w/2/17	Permintaan materi	1/Ut
	w/2/17	Acc Seminar	1/Ut

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2017 – 2018 \***

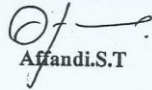
Peserta Seminar  
 Nama : Andrianto Siregar  
 NPM : 1207230276  
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Kualitas Pasir Pada Pembuatan Cetakan Ter –  
 Hadap Kecacatan Produk Untuk Membentuk Profil Alu-  
 Minium.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Rahmatullah.S.T.M.Sc	: 
Pembimbing – II : DR.Rakhmad Arief Siregar.M.Eng	: 
Pembanding – I : Ir.H.Batu Mahadi Siregar.M.T	: 
Pembanding – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	: .....

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1207230179	SATRIA ARI PR WANTU	
2	1307230204	Mahmud Rizal	
3	1307230282	DENI EKA SAPUTRA	
4	1307230178	Muhammad Bachtar	
5	1207230220	Fuad Arief Kusadi Siregar	
6	1307230276	Fika HANAFI LUBIS	
7			
8			
9			
10			

Medan, 03 Jum.Akhir 1439 H  
23 Februari 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin

  
Affandi.S.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Andrianto Siregar *Affandi*  
NPM : 1207230276  
Judul T.Akhir : Pengaruh Kualitas Pasir Pada Pembuatan Cetakan Terhadap  
Kecacatan Produk Untuk membentuk Profil Aluminium.

Dosen Pembimbing - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc  
Dosen Pembimbing - II : DR.Rakhmad Arief Siregar.M.Eng  
Dosen Pembanding - I : Ir.H.Batu Mahadi Siregar.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 :  
*Perbaikan judul menjadi dari*  
*Pengaruh Pasir dan Kualitas*  
*Pembacaan Flow Chart*
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

Medan 03 Djum.Akhir 1439H  
23 Februari 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

*Affandi*  
Affandi.S.T

Dosen Pembanding- I

*H.Batu Mahadi*  
Ir.H.Batu Mahadi Siregar.M.T

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

---

NAMA : Andrianto <sup>Siagian</sup> Siregar  
NPM : 1207230276  
Judul T.Akhir : Pengaruh Kualitas Pasir Pada Pembuatan Cetakan Terhadap  
Kecacatan Produk Untuk membentuk Profil Aluminium.

Dosen Pembimbing - I : Rahmatullah.S.T.M.Sc  
Dosen Pembimbing - II : DR.Rakhmad Arief Siregar.M.Eng  
Dosen Pemanding - I : Ir.H.Batu Mahadi Siregar.M.T  
Dosen Pemanding - 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 steps"  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :


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

Medan 03 Djum.Akhir 1439H  
23 Februari 2018 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Mesin

  
Affandi.S.T

Dosen Pemanding- II

  
H. Muharnif.S.T.M.Sc



**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andrianto Siagian  
NPM : 1207230276  
Tempat/Tgl. Lahir : Medan, 27 Oktober 1987  
Bidang Keahlian : Konstruksi dan Manufaktur  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana (skripsi) saya ini yang berjudul :

PENGARUH PENGGUNAAN JENIS PASIR PADA PEMBUATAN CETAKAN  
TERHADAP KECACATAN PRODUK UNTUK MEMBENTUK PROFIL  
ALUMINIUM

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang 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 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, 15 Februari 2018

Saya yang menyatakan,



ANDRIANTO SIAGIAN

## ABSTRAK

Saat ini banyak ditemukan produk coran profil aluminium yang cacat pada beberapa industri pengecoran yang ada. Pada masalah ini, peneliti menemukan bahwa kualitas pasir pada pembuatan cetakan yang digunakan industri pengecoran mempengaruhi hasil coran. Penelitian ini menggunakan tiga jenis pasir, yaitu pasir silica, pasir sungai, dan pasir pantai, untuk menentukan jenis pasir dan paduan pasir yang bagaimana yang dapat menghasilkan produk cor aluminium yang baik. Pola yang digunakan adalah pola tiruan, yaitu dudukan caliper rem. Logam yang digunakan sebagai material yang dileburkan adalah aluminium paduan. Sebelum membuat cetakan, pasir diayak untuk memperoleh pasir berukuran 40 mesh. Untuk membuat cetakan, peneliti mencampur masing-masing pasir yang sudah diayak dengan bahan pengikat yaitu 3- 5 % bentonit dari jumlah pasir yang digunakan dan bubuk arang 1%, kemudian campuran air 3%. Peneliti menggunakan program Arduino UNO untuk membaca suhu cairan logam saat dicetak. Cairan aluminium dapat dituang ke cetakan pasir setelah mencapai suhu 720-750 °C. Kecepatan aliran pada cetakan pasir silica =  $0.028635326 \text{ m}_s$ , pada cetakan pasir sungai =  $0.034877354 \text{ m}_s$ , pada cetakan pasir pantai =  $0.031348 \text{ m}_s$ , kecepatan aliran tuang  $4.01544 \times 10^{-7} \text{ m}_s$ . Hasil cetakan dapat menunjukkan bahwa cetakan pasir silica menghasilkan cetakan yang minim cacatnya dibandingkan dengan cetakan pasir dan pantai.

Kata kunci : jenis pasir, cetakan pasir, kecacatan, profil aluminium

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji dan syukur peneliti panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya peneliti dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan lancar. Tugas Sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya.

Dalam menyelesaikan tugas ini, peneliti banyak mengalami hambatan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman peneliti. Namun, berkat petunjuk Allah SWT yang terus menerus hadir, dukungan keluarga, kerja keras peneliti, dan banyaknya bimbingan dari para dosen pembimbing akhirnya peneliti dapat menyelesaikan tugas sarjana ini dengan baik.

Untuk itu, pada kesempatan ini, peneliti menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua Ayahanda Razli Siagian dan ibunda Poniyah, dimana cinta yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta memberikan semangat dan do'a yang tulus, ikhlas, dengan penuh kasih sayang, dua buah cinta ananda Hafeeza Azzahra Siagian dan Ibrahim Al-Fatih Siagian yang selalu menjadi asupan energi terbaik bagi peneliti, *you are my princess and prince*, istri tercinta Ernita Arsy, ayah mertua Sukiman dan ibu mertua Rosmiah Siagian, ayunda Ningsih Afrida Siagian, Darmawansyah Putra Siagian, eko Prasetyo Siagian, Edo Ramadhan Siagian. Berkat peran mereka semua juga, peneliti dapat menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan semangat.
2. Bapak Rahmatullah. S.T.,M.Sc, selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak. Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar. S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Dr. Ade Faisal. S.T.,M.Sc., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Bapak Khairul Umurani. S.T.,M.T., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
7. Bapak Affandi.S.T, selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Chandra A Siregar.S.T, selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
9. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan selama di bangku kuliah.
10. Rekan-rekan Lab Teknik Mesin, dan teman-teman yang lain yang banyak membantu dan memotivasi peneliti.
11. Rekan-rekan Ikbal Tanjung.S.T., M.Arifin.S.T., Fuad Arif Rusadi Sinaga, Dissa fajar Suheri dan teman-teman yang lain yang banyak membantu dan memotivasi peneliti.

Peneliti menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada peneliti menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas sarjana ini.

Akhir kata peneliti berharap semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati kita atas segala pengetahuan yang kita miliki. Aamiin Yaa Rabbal Aalamiin.  
Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 12 Februari 2018

Peneliti

**ANDRIANTO SIAGIAN**  
**1207230276**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I

LEMBAR PENGESAHAN II

LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA

LEMBAR ASISTENSI TUGAS SARJANA

<b>ABSTRAK</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>ix</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pengertian Pengecoran	4
2.2. Aluminium	5
2.2.1. Aluminium Paduan	6
2.3. Cetakan Pasir	10
2.3.1. Cetakan Pasir Basah	12
2.3.2. Cetakan Pasir Kering	12
2.3.3. Cetakan Kulit Kering	13
2.4. Pasir Cetak	13
2.4.1. Macam-macam Pasir Cetak	14
2.4.2. Syarat Pasir Cetak	15
2.4.3. Susunan Pasir Cetak	16
2.4.4. Sifat-sifat Pasir Cetak	17
2.5. Cacat Coran	20
2.5.1. Macam-macam Cacat Coran	20
2.6. Aliran dari Logam Cair	23

2.7.	Arduino Uno	24
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
3.1.	Tempat dan Waktu	26
3.1.1.	Tempat	26
3.1.2.	Waktu	26
3.2.	Alat dan Bahan yang Digunakan	27
3.2.1.	Alat yang Digunakan	27
3.2.2.	Bahan yang Digunakan	32
3.3.	Langkah Kerja	33
3.3.1.	Pembuatan Pola	34
3.3.2.	Pembuatan Cetakan	34
3.3.3.	Peleburan Sepatu Rem /Piston Bekas	35
3.3.4.	Penuangan Cairan Logam ke dalam Cetakan	37
3.3.5.	Pembekuan Hasil Pengecoran	37
3.3.6.	Pembersihan Hasil Coran	37
3.3.7.	Pemeriksaan Hasil dari Coran	38
3.3.8.	Finishing Coran	38
3.4.	Diagram Alir Penelitian	39
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1.	Hasil Pembuatan Cetakan Pasir	40
4.1.1.	Hasil Pembuatan Cetakan Pasir Silika	40
4.1.2.	Hasil Pembuatan Cetakan Pasir Sungai	41
4.1.3.	Hasil Pembuatan Cetakan Pasir Pantai	41
4.2.	Hasil Pembuatan Arduino Code Program	42
4.2.1.	Hasil pembuatan Arduino Code Program untuk ketiga cetakan pasir	42
4.2.2.	Data Hasil PLX DAQ Arduino	43
4.3.	Hasil Evaluasi Temperatur dari Ketiga Cetakan	49
4.4.	Hasil Pengecoran Aluminium	50
4.4.1.	Hasil Pengecoran Aluminium Pada Cetakan Pasir Silika	50
4.4.2.	Hasil Pengecoran Aluminium Pada Cetakan Pasir Sungai	51
4.4.3.	Hasil Pengecoran Aluminium Pada Cetakan Pasir Pantai	52
4.4.4.	Perbandingan Kecacatan Hasil Coran	53
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1.	Kesimpulan	54
5.2.	Saran	54

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	(a) aluminium butir dan (b) aluminium padat	6
Gambar 2.2.	Daftar Paduan Aluminium dan Temperatur Cair dan Penuangannya	7
Gambar 2.3.	Contoh Profil Aluminium Paduan	10
Gambar 2.4.	Prosedur Pembuatan Cetakan Pasir	11
Gambar 2.5.	Cetakan Kulit Kering	13
Gambar 2.6.	Contoh produk cor yang cacat	20
Gambar 2.7.	Daftar Koefisien kekentalan dan Tegangan Permukaan Logam	24
Gambar 2.8.	Arduino UNO	25
Gambar 3.1.	Tungku Peleburan	28
Gambar 3.2.	Rangka Cetakan	28
Gambar 3.3.	Gas Elpiji	29
Gambar 3.4.	Burner	29
Gambar 3.5.	Regulator dan Selang Regulator	30
Gambar 3.6.	Sarung Tangan Pelindung	30
Gambar 3.7.	Kaca Mata Pelindung	31
Gambar 3.8.	Jangka sorong	31
Gambar 3.9.	Plat Triplek	32
Gambar 3.10.	(A) Pasir Silika, (B) Pasir Pantai, (C) Pasir Sungai	32
Gambar 3.11.	Bentonit	33
Gambar 3.12.	Piston	33
Gambar 3.13.	Pola	34
Gambar 3.14.	Desain Cetakan pasir	35
Gambar 3.15.	Penuangan cairan logam	36
Gambar 3.16.	Diagram alir penelitian	39
Gambar 4.1.	Cetakan Pasir Silika Bagian Dalam	40
Gambar 4.2.	Cetakan Pasir Silika Bagian Atas	40
Gambar 4.3.	Cetakan Pasir Sungai Bagian Dalam	41
Gambar 4.4.	Cetakan Pasir Sungai Bagian Atas	41
Gambar 4.5.	Cetakan Pasir Pantai Bagian Dalam	42
Gambar 4.6.	Cetakan Pasir Pantai Bagian Atas	42
Gambar 4.7.	Progam Dari Arduino	43
Gambar 4.8.	Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Silika	43
Gambar 4.9.	Grafik Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Silika	44
Gambar 4.10.	Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Sungai	45
Gambar 4.11.	Grafik Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Sungai	45
Gambar 4.12.	Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Pantai	47
Gambar 4.13.	Grafik Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Pantai	47

Gambar 4.14.	Grafik Perbandingan Suhu dan Jenis pasir	49
Gambar 4.15.	Grafik Perbandingan Kecepatan dan Jenis Pasir	49
Gambar 4.16.	Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Silica dari Atas	50
Gambar 4.17.	Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Silica dari Dalam	50
Gambar 4.18.	Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Silica setelah Dibersihkan	51
Gambar 4.19.	Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Sungai dari Atas	51
Gambar 4.20.	Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Sungai dari Dalam	51
Gambar 4.21.	Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Sungai setelah Dibersihkan	52
Gambar 4.22.	Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Pantai dari Atas	52
Gambar 4.23.	Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Pantai dari Dalam	52
Gambar 4.24.	Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Pantai setelah Dibersihkan	53



## **DAFTAR TABEL**

Table 2.1.	Komposisi Kimia dari Piston	9
Tabel 2.2.	Komposisi Kimia dari Sepatu Rem	9
Tabel 2.3.	Temperatur penuangan untuk berbagai coran	16
Table 3.1.	Jadwal dan Kegiatan penelitian	26
Tabel 4.1.	Perbandingan Kecacatan Hasil Coran pada Ketiga Cetakan Pasir	53

## DAFTAR NOTASI

$v$	=	kecepatan aliran	(m/s)
$C$	=	koefisien kecepatan	(cm <sup>2</sup> /s)
$g$	=	percepatan gravitasi bumi	(m/s <sup>2</sup> )
$h$	=	tinggi permukaan cairan	(m)
$s$	=	jarak	(m)
$\Delta t$	=	selisih waktu $t_1$ dan $t_2$	(s)
$t_1$	=	waktu pada termo 1	(s)
$t_2$	=	waktu pada termo 2	(s)

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Perkembangan teknologi di bidang konstruksi manufaktur yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengecoran karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa bentuk benda sesuai keinginan. Pengecoran ini tentu saja juga tidak bisa lepas dari cetakan. Cetakan dalam proses pengecoran berfungsi sebagai wadah dan pembentuk produk cor yang diinginkan. Cetakan yang paling banyak digunakan adalah cetakan pasir karena memiliki banyak keunggulan dan menghasilkan coran yang berkualitas. Cetakan pasir terbuat dari pasir cetak dengan bentuk dan ukuran tertentu.

Kenyataannya saat ini sering ditemukan produk coran profil aluminium yang cacat pada beberapa industri pengecoran yang ada. Pada masalah ini, peneliti menemukan bahwa kualitas pasir pada pembuatan cetakan yang digunakan industri pengecoran mempengaruhi hasil coran. Dalam upaya memperbaiki kualitas produk cor yang cacat tersebut, dilakukan penelitian tentang pengaruh kualitas pasir yang digunakan dalam pembuatan cetakan terhadap kecacatan profil aluminium. Peneliti akan mencari tahu jenis pasir dan paduan pasir yang bagaimana yang dapat menghasilkan produk cor aluminium yang baik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Sehubungan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh dalam tugas sarjana ini adalah :

1. Adakah pengaruh hasil coran aluminium menggunakan cetakan pasir dengan jenis pasir yang berbeda?
2. Bagaimana hasil coran aluminium menggunakan cetakan pasir dengan jenis pasir yang berbeda?

## **1.3. Batasan Masalah**

Untuk mempersempit masalah yang dibahas dalam penelitian ini, peneliti membatasi masalah-masalah penelitian sebagai berikut.

1. Jenis pasir yang digunakan adalah silica, pasir kali dari Binjai, dan pasir Pantai Matik-matik Perbaungan
2. Logam yang digunakan adalah aluminium paduan
3. Cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir basah

## **1.4. Tujuan**

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisa hasil cetakan
2. Untuk membandingkan hasil cetakan pada masing-masing jenis pasir.

### **1.5. Manfaat**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Sebagai gambaran tentang hasil pengecoran dari cetakan pasir dengan jenis pasir yang berbeda
2. Dapat dijadikan sebagai masukan/ dasar penelitian tentang kecacatan produk cor profil aluminium
3. Sebagai bahan informasi, bahan pertimbangan dalam mendorong kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi pengecoran.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan ini dibagi menjadi lima bab. BAB 1 menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. BAB 2 menjelaskan mengenai tinjauan pustaka yang berisi mengenai teori singkat dari penelitian. BAB 3 menjelaskan mengenai metode penelitian. BAB 4 menjelaskan mengenai hasil dan pembahasan pada penelitian. BAB 5 menjelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian dan saran.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Pengecoran**

Pengecoran adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan barang jadi dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Logam cair akan dituangkan atau ditekan ke dalam cetakan yang memiliki rongga sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

Setelah logam cair memenuhi rongga dan kembali ke bentuk padat, selanjutnya cetakan disingkirkan dan hasil cor dapat digunakan untuk proses sekunder. Pasir hijau untuk pengecoran digunakan sekitar 75 persen dari 23 juta ton coran yang diproduksi dalam USA setiap tahunnya.

Proses pengecoran sendiri dibedakan menjadi dua macam, yaitu *traditional casting* dan *non-traditional/contemporary casting*.

Teknik *traditional casting* terdiri atas :

1. *Sand-Mold Casting*
2. *Dry-Sand Casting*
3. *Shell-Mold Casting*
4. *Full-Mold Casting*
5. *Cement-Mold Casting*
6. *Vacuum-Mold Casting*

Sedangkan teknik non-traditional terbagi atas :

1. *High-Pressure Die Casting*

2. *Permanent-Mold Casting*
3. *Centrifugal Casting*
4. *Plaster-Mold Casting*
5. *Investment Casting*
6. *Solid-Ceramic Casting*

Perbedaan secara mendasar di antara keduanya adalah bahwa *contemporary casting* tidak bergantung pada pasir dalam pembuatannya. Perbedaan lainnya adalah bahwa *contemporary casting* biasanya digunakan untuk menghasilkan produk dengan geometri yang kecil relatif dibandingkan bila menggunakan *traditional casting*. (Zulfikar, 2010)

## **2.2. Aluminium**

Aluminium adalah logam berwarna putih keperakan yang lunak. Kandungan atom/ unsur dan ikatan aluminium disimbolkan dengan Al, dengan nomor atom 13 dalam table periodic unsur. Aluminium merupakan logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silicon. Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi, dengan produksi tahunan dunia sekitar 30 juta ton pertahun dalam bentuk bauksit dan bebatuan lain (corundum, gibbsite, boehmite, diaspore, dll). Sulit menemukan aluminium murni di alam karena aluminium merupakan logam yang cukup reaktif. Aluminium tahan terhadap korosi karena fenomena pasivasi. (Surdia, 2000).



Gambar 2.1. (a) aluminium butir dan (b) aluminium padat. (Ceper, 2014)

Selama 50 tahun terakhir, aluminium telah menjadi logam yang luas penggunaannya setelah baja. Perkembangan ini didasarkan pada sifat-sifatnya yang ringan, tahan korosi, kekuatan dan ductility yang cukup baik (aluminium paduan), mudah diproduksi, dan cukup ekonomis (aluminium daur ulang).

### **2.2.1. Aluminium Paduan**

Aluminium dipakai sebagai paduan dari pada sebagai logam murni, sebab tidak kehilangan sifat ringan dan sifat-sifat mekanisnya dan mampu cornya diperbaiki dengan menambah unsur-unsur lain. Unsur-unsur paduan itu adalah tembaga, silisium, magnesium, mangan, nikel, dan sebagainya.



Paduan dan komposisi	Temperatur mulai cair (°C)	Temperatur berakhir cair (°C)	Temperatur penuangan (°C)
Al-4,5Cu	521	644	700-780
Ti-4Cu-3Si	521	627	700-780
Al-4,5Cu-5Si	521	613	700-780
Al-12Si	574	582	670-750
Al-9,5Si-0,5Mg	557	596	670-740
Al-3,5Cu-8,5Si	538	593	670-740
Al-7Si-0,3Mg	557	613	670-740
Al-4Cu-1,5Mg-2Ni	532	635	700-760
Al-3,8Mg	599	641	700-760
Al-10Mg	499	604	700-760
Al-12Si-0,8Cu-1,7Mg-2,5Ni	538	566	670-740
Al-9-Si-3,5Cu-0,8Mg-0,8Ni	520	582	670-740

Gambar 2.2. Daftar Paduan Aluminium dan Temperatur Cair dan Penuangannya (Surdia, 1980)

### 1. Paduan Al-Cu, Al-Cu-Mg

Sebagai paduan coran dipergunakan paduan yang mengandung 4-5% Cu. Ternyata dari fasanya, paduan ini mudah terjadi retakan pada coran. adanya Si sangat berguna untuk mengurangi keadaan itu dan penambahan Ti sangat efektif untuk memperhalus butir. Paduan yang mengandung Cu mempunyai ketahanan korosi yang jelek.

### 2. Paduan Al-Mn

Mn adalah unsur yang memperkuat Al tanpa mengurangi ketahanan korosi dan dipakai untuk membuat paduan yang tahan korosi. Sebenarnya paduan Al-1,2% Mn dan Al-1,2% Mn-1,0% Mg dinamakan paduan 3003 dan 3004 yang dipergunakan sebagai paduan tahan korosi tanpa perlakuan panas.

### 3. Paduan Al-Si

Paduan Al-Si sangat baik kecairannya yang mempunyai permukaan bagus sekali, tanpa kegetasan panas, dan sangat baik untuk paduan coran. Ia mempunyai ketahanan korosi yang baik, sangat ringan, koefisien pemuaian yang kecil dan sebagai penghantar yang baik untuk listrik dan panas.

### 4. Paduan Al-Mg

Paduan Al-Mg mempunyai ketahanan korosi yang sangat baik, sejak lama disebut hidronalium dan dikenal sebagai paduan yang tahan korosi. Paduan dengan 2-3% Mg dapat mudah ditempa, dirol dan diekstruksi.

### 5. Paduan Al-Mg-Si

Kalau sedikit Mg ditambahkan pada 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  $Mg_2Si$  berkelakuan sebagai komponen murni dan membuat keseimbangan dari sistem biner semu dengan Al.

### 6. Paduan Al-Mg-Zn

Aluminium menyebabkan keseimbangan biner semu dengan senyawa antar logam  $MgZn_2$  dan kelarutannya menurun apabila temperatur turun. Paduan sistem ini dapat dibuat keras sekali dengan penuaan setelah perlakuan pelarutan. Paduan ini sejak lama tak dipakai karena mempunyai sifat patah getas oleh retakan korosi tegangan. (Surdia, 1999)

Piston dan sepatu rem merupakan dua dari banyak contoh profil aluminium paduan dan akan digunakan sebagai material yang akan

dileburkan pada penelitian ini. Berikut komposisi kimia dari piston dan sepatu rem.

**Tabel 2.1. Komposisi kimia dari piston**

<b>Unsur</b>	<b>%</b>	<b>Unsur</b>	<b>%</b>
Si	12,35	Ti	0,007
Fe	0,25	Cr	0,009
Cu	1,46	Ni	0,006
Mn	0,46	Pb	0,006
Mg	0,71	Sn	0,01
Zn	0,08	Al	84,65

**Tabel 2.2. Komposisi kimia dari sepatu rem**

<b>Unsur</b>	<b>%</b>	<b>Unsur</b>	<b>%</b>
Si	10,637	Cr	0,0385
Fe	0,83	Pb	0,072
Cu	1,8	Sn	0,046
Mn	0,092	Ti	0,017
Mg	0,268	Ca	0,002
Zn	0,78	Al	85,37
Ni	0,042		



Gambar 2.3. Contoh Profil Aluminium Paduan (Piston dan Sepatu Rem)

### 2.3. Cetakan Pasir

Cetakan adalah peralatan yang memegang peranan penting dalam proses pengecoran. Cetakan yang banyak dipakai dalam industri pengecoran logam adalah cetakan pasir. Pasir cetak yang biasa dipakai adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika yang disediakan oleh alam. Beberapa dari mereka dipakai begitu saja dan yang lain dipakai setelah dipecah-pecah menjadi ukuran butir yang sesuai. Jika pasir memiliki kadar lempung yang cocok dan bersifat adhesi, mereka dipakai begitu saja sedangkan kalau sifat adhesinya kurang, maka perlu ditambahkan lempung kepadanya. Kadang-kadang berbagai pengikat dibutuhkan juga disamping lempung.

Cetakan pasir paling banyak digunakan karena memiliki keunggulan:

- Dapat mencetak logam dengan titik lebur yang tinggi
- Dapat mencetak benda cor berbagai ukuran
- Jumlah produksi dapat mencapai jutaan

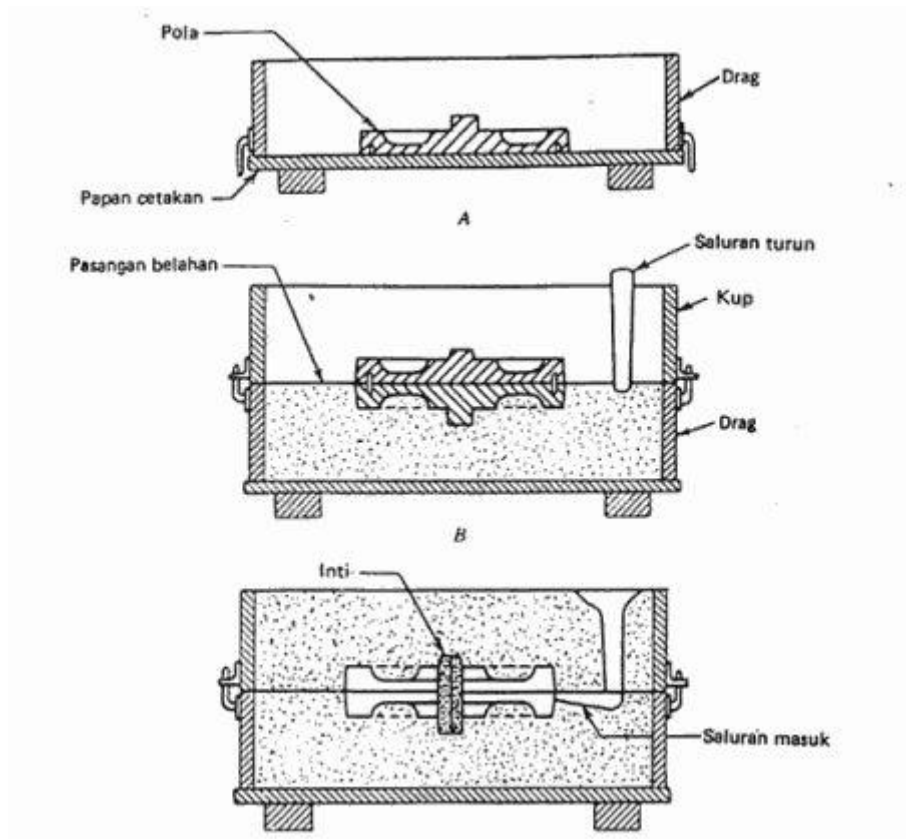
Tahapan pengecoran logam engan cetakan pasir:

1. Pembuatan pola, sesuai dengan bentuk coran yang akan dibuat.
2. Persiapan pasir cetak.
3. Pembuatan cetakan.

4. Pembuatan inti (bila diperlukan).
5. Peleburan logam.
6. Penuangan logam cair ke dalam cetakan
7. Pendinginan dan pembekuan.
8. Pembongkaran cetakan pasir.
9. Pembersihan dan pemeriksaan hasil coran.
10. Proses pengecoran selesai.

Prosedur dalam pembuatan cetakan pasir:

1. Belahan pola diletakkan di atas papan cetakan, rag siap untuk diisi pasir.
2. Drag telah dibalik dan pasangan belahan pola diletakkan di atasnya, kup siap untuk diisi pasir.
3. Cetakan telah siap pakai lengkap dengan inti kering di tempatnya.



Gambar 2.4. Prosedur Pembuatan Cetakan Pasir (Yusnan, 2010)

### **2.3.1. Cetakan Pasir Basah**

Cetakan pasir basah dibuat dari campuran pasir, lempung, dan air.

Keunggulan:

- Memiliki kolapsibilitas yang baik
- Permeabilitas baik
- Reusabilitas yang baik
- Murah

Kelemahan:

- Uap lembab dalam pasir dapat menyebabkan kerusakan pada beberapa coran

### **2.3.2. Cetakan Pasir Kering**

Cetakan pasir kering dibuat dengan menggunakan bahan pengikat organik kemudian cetakan dibakar dalam sebuah oven. Pembakaran dalam oven dapat memperkuat cetakan dan mengeraskan permukaan rongga cetakan.

Keunggulan:

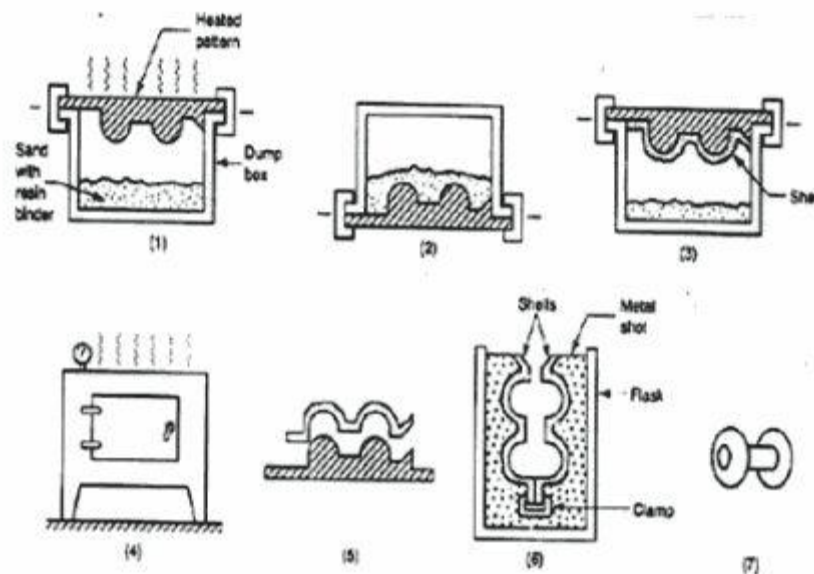
- Dimensi produk cetak lebih baik

Kelemahan:

- Lebih mahal dari cetakan pasir basah
- Laju produksi lebih rendah karena dibutuhkan waktu pengeringan
- Pemakaian terbatas pada ukuran medium dan besar

### 2.3.3. Cetakan Kulit Kering

Cetakan kulit kering diperoleh dengan mengeringkan permukaan pasir basah dengan kedalaman 1,2 cm sampai dengan 2,5 cm pada permukaan rongga cetakan. Bahan perekat khusus harus ditambahkan pada campuran pasir untuk memperkuat permukaan rongga cetak. Jenis cetakan ini memiliki hasil yang baik dalam produksi tinggi dikarenakan cetakan ini dilakukan tanpa pembakaran.



Gambar 2.5. Cetakan Kulit Kering (Nurman, 2013)

### 2.4. Pasir Cetak

Pasir cetak pada proses pengecoran memiliki bentuk butir, kadar lempung, dan pengikat lain yang berbeda-beda. Perbedaan komposisi yang ada pada pasir cetak akan mempengaruhi permeabilitas dan laju pendinginan pada benda coran. Pasir cetak yang digunakan dalam proses pengecoran mempunyai sifat dan susunan yang berbeda-beda, sehingga harus memenuhi syarat sebagai pasir cetak. (Surdia T, 2000)

#### **2.4.1. Macam-macam Pasir Cetak**

Pasir adalah contoh bahan material butiran. Butiran pasir umumnya berukuran 0,0625 sampai 2 mm. Materi pembentuk pasir adalah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur.(Wikipedia).

Pasir cetak yang paling lazim adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika yang disediakan di alam. Pasir yang mempunyai kadar lempung yang cocok dan bersifat adhesi dipakai begitu saja, sedangkan pasir yang sifat adhesinya kurang ditambahkan lempung. Ada juga pasir yang dipakai setelah dipecah menjadi butir-butir dengan ukuran yang cocok.

Silica adalah nama yang diberikan kepada sekelompok mineral yang terdiri dari silikon dan oksigen. Titik leleh silika adalah 1610 °C, lebih tinggi dari besi, tembaga, dan aluminium dan merupakan salah satu alasan mengapa silika digunakan untuk menghasilkan cetakan dan inti untuk produksi logam cor. (Geost, 2016)

Pasir sungai adalah pasir yang diperoleh dari sungai yang merupakan hasil gigitan batuan-batuan yang keras dan tajam. Ukuran butirannya berkisar antara 0,063-5 mm. Pasir sungai mengandung lempung sekitar 10-20%, ukuran yang sesuai untuk digunakan sebagai pasir cetak.

Pasir pantai dapat diambil dari pantai dan pasir ini tidak dapat melekat dengan sendirinya. Pasir ini mengandung kotoran yang banyak seperti ikatan organik. Pasir pantai berwarna putih jika banyak mengandung SiO<sub>2</sub>, coklat muda mengandung SO<sub>3</sub>, dan hitam mengandung Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.



Pasir pantai, sungai, silica alam dan buatan tidak melekat dengan sendirinya. Oleh karena itu, dibutuhkan pengikat seperti bentonit, serbuk arang, air kaca, dan sebagainya. Pengikat digunakan untuk mengikat butir-butirnya satu sama lain dan baru dipakai setelah pencampuran.

#### **2.4.2. Syarat Pasir Cetak**

Pasir cetak memerlukan sifat yang memenuhi persyaratan sebagai berikut.

a. Mempunyai sifat mampu bentuk

Pasir cetak yang mempunyai sifat mampu bentuk dapat mempermudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok. Cetakan yang dihasilkan harus kuat, sehingga tidak rusak karena dipindah-pindah dan dapat menahan logam cair pada saat dituang ke dalamnya.

b. Mempunyai permeabilitas yang cocok

Diharapkan tidak terjadi cacat rongga penyusutan, gelembung gas, kekasaran permukaan, dimana gas yang terjadi dalam cetakan waktu penuangan keluar melalui rongga-rongga diantara butir-butir pasir cetakan dengan kecepatan yang sesuai.

c. Mempunyai distribusi besar butir yang sesuai

Permukaan coran diperhalus jika coran dibuat dalam cetakan yang berbutir halus. Tetapi kalau butir pasir terlalu halus akan menghambat gas keluar dan mengakibatkan cacat, yaitu gelembung udara. Maka besar butir pasir harus sesuai.

- d. Tahan terhadap panas logam cair yang dituang

Butir pasir dan pengikat harus memiliki derajat tahan api yang tertentu terhadap temperature tinggi saat logam cair dengan temperature tinggi ini dituang ke dalam cetakan. Temperatur penuangan yang biasa untuk bermacam-macam coran dinyatakan dalam Tabel berikut.

**Tabel 2.3. Temperatur penuangan untuk berbagai coran**

Macam Coran	Temperature Penuangan (°C)
Paduan ringan	650-750
Brons	1100-1250
Kuningan	950-1100
Besi cor	1250-1450
Baja cor	1500-1550

- e. Mempunyai komposisi yang cocok

Butir pasir bersentuhan dengan logam yang dituang mengalami peristiwa kimia dan fisika karena logam cair mempunyai temperature yang tinggi. Bahan-bahan yang tercampur yang mungkin menghasilkan gas atau larut dalam logam adalah tidak dikehendaki.

- f. Mampu didaur ulang, mudah didapat dan murah

### **2.4.3. Susunan Pasir Cetak**

- a. Bentuk butir pasir dari pasir cetak

Bentuk butir pasir digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu : butir pasir bundar, sebagian bersudut, bersudut kristal dan sebagainya. Pasir cetak biasanya kumpulan dari butir-butir yang berukuran bermacam-macam.

Tetapi kadang-kadang terdiri dari butir pasir tersaring yang mempunyai ukuran seragam.

b. Tanah Lempung

Tanah lempung terdiri dari kaolinit, ilit dan monmorilonit juga kwarsa, feldspar, mika dan kotoran lain-lainnya. Kalau lempung kehilangan kadar airnya, sifat lekatnya menjadi sangat berkurang. Ukuran dari butir-butir tanah lempung adalah sekitar 0,005 mm sampai 0,02 mm.

c. Pengikat Lain

Sebagai tambahan, pada tanah lempung dibubuhkan dekstrin yang dibuat dari kanji sebagai pengikat pembantu. Dekstrin bersifat lekat meskipun kadar airnya rendah, sehingga ia dipakai sebagai penstabil dari butir pasir pada permukaan cetakan basah atau kering. Selain dari itu air-kaca, resin atau semen dipakai sebagai pengikat khusus.

d. Tambahan Khusus

Bubuk arang, tepung ter, jelaga kokas, atau tepung grafit dibubuhkan kira-kira 1 % kepada pasir cetak agar: permukaan coran menjadi halus, pembongkaran mudah, mencegah permukaan kasar. Kelebihan tambahan menyebabkan cacat karena gas yang terbentuk. Karena itu penting untuk menggunakannya dalam jumlah yang sesuai.

#### **2.4.4. Sifat-sifat Pasir Cetak**

a. Sifat-sifat pasir cetak basah

Pasir cetak dengan tanah lempung atau bentonit sebagai pengikat menunjukkan berbagai sifat sesuai dengan kadar air. Karena itu kadar air

adalah faktor penting untuk pasir cetak, sehingga pengaturan kadar air adalah hal penting dalam pengaturan pasir cetak.

Kadar air yang membuat kekuatan maksimum dan membuat permeabilitas maksimum pada umumnya tidak sama. Kalau kadar air bertambah, kekuatan dan permeabilitas dari pasir dengan pengikat bentonit. Kalau kadar air bertambah, kekuatan dan permeabilitas naik sampai titik maksimum dan menurun kalau kadar air bertambah terus. Titik maksimum dari kekuatan dan permeabilitas akan menurun karena ruangan antara butir-butir pasir ditempati oleh lempung yang berlebihan air. Air yang tidak cukup akan menurunkan kekuatan karena kurang lekatnya bentonit. Selanjutnya bentonit yang menempati ruangan antara butir-butir pasir dan menurunkan permeabilitas Untuk pasir dengan pengikat bentonit, kadar air yang menyebabkan kekuatan basah maksimum dan yang menyebabkan permeabilitas maksimum sangat berdekatan satu sama lain.

b. Sifat Penguatan oleh Udara

Sifat-sifat cetakan yang berubah selama pembuatan cetakan sampai penuangan disebut sifat penguatan udara. Umumnya hal itu disebabkan oleh pergerakan air dalam cetakan dan penguapan air dari permukaan cetakan sehingga meningkatkan kekerasan permukaan cetakan. Derajat kenaikan kekerasan tergantung pada sifat campuran pasir, derajat pemadatan atau keadaan sekeliling cetakan (temperatur udara luar, kelembaban dst.).

Penguapan air membuat permukaan cetakan dari pasir yang dicampur bentonit menjadi getas. Karena itu laju penguapan harus diatur.

c. Sifat-sifat Kering

Pasir dengan pengikat lempung yang dikeringkan mempunyai permeabilitas dan kekuatan yang meningkat dibandingkan dengan dalam keadaan basah, karena air bebas dan air yang diabsorpsi pada permukaan butir tanah lempung dihilangkan. Faktor yang memberikan pengaruh sangat besar pada sifat-sifat kering, adalah kadar air sebelum pengeringan. Kekuatan tekan kering lebih tinggi kalau kadar air mulai besar.

Kekuatan tekan kering dari pasir dengan pengikat lempung mempunyai hubungan dengan cacat “terpotong” yang terjadi pada waktu penuangan. Kekuatan tekan kering yang rendah cenderung menyebabkan cacat terpotong, sedangkan kekuatan tekan yang berlebihan membuat pembongkaran yang sulit.

d. Sifat-sifat Panas

Cetakan mengalami temperatur yang tinggi dan tekanan tinggi dari logam cair pada waktu penuangan. Sehingga kekuatan panas, pemuaihan panas dan sebagainya harus diketahui sebelumnya.

e. Sifat-sifat Sisa

Sifat-sifat cetakan yang dibutuhkan ketika coran diambil dari cetakan setelah penuangan disebut sifat sisa. Untuk pembongkaran, perlu sifat mampu ambruk yang baik. Sifat mampu ambruk yang baik dari pasir cetak adalah berarti bahwa cetakan dengan mudah dapat rontok dan pasir cetak dengan mudah dapat disingkirkan dari permukaan coran. Pasir cetak dipakai berulang kali, sehingga pengumpulan pasir setelah pembongkaran harus mudah. Pengaturan yang ketat dari kadar air dan pengikat diperlukan

agar pasir cetak mempunyai sifat-sifat sisa yang baik. Pasir yang sifat ambruknya buruk dapat diperbaiki dengan membubuhkan bubuk arang atau kanji padanya. (Surdia T.,2000).

## **2.5. Cacat Coran**

Proses pengecoran dilakukan dengan beberapa tahapan mulai dari pembuatan cetakan, proses peleburan, penuangan, dan pembongkaran. Untuk menghasilkan coran yang baik maka semuanya harus direncanakan dan dilakukan dengan sebaik-baiknya. Namun hasil coran sering terjadi ketidaksempurnaan atau cacat. Cacat yang terjadi pada coran yang dipengaruhi oleh beberapa factor, yaitu:

- a. desain pengecoran dan pola
- b. pasir cetak, desain cetakan dan inti
- c. komposisi muatan logam
- d. proses peleburan dan penuangan
- e. sistem saluran masuk dan penambah



Gambar 2.6. Contoh produk cor yang cacat (Ceper, 2014)

### **2.5.1. Macam-macam Cacat Coran**

Komisi pengecoran internasional telah membuat penggolongan cacat-cacat coran menjadi sembilan macam, yaitu:

1. ekor tikus tak menentu atau kekasaran yang meluas

ekor tikus adalah cacat permukaan; pasir dari permukaan cetakan mengembang dan logam cair masuk di bawah permukaan bagian tersebut. Kalau pasir disingkirkan, terlihat rongga lurus seperti ekor tikus. Cacat ini dapat dilihat dengan mata. Kekasaran yang meluas merupakan cacat pada permukaan yang diakibatkan oleh pasir cetak yang tererosi.

2. lubang-lubang

Cacat lubang-lubang memiliki bentuk dan akibat yang beragam. Cacat yang termasuk bagian ini adalah:

- a. rongga udara
- b. lubang jarum
- c. rongga gas oleh cil
- d. penyusutan dalam
- e. penyusutan luar
- f. rongga penyusutan bentuk

3. retakan

Cacat retakan dapat disebabkan oleh penyusutan atau akibat tegangan sisa. Keduanya dikarenakan proses pendinginan yang tidak seimbang selama pembekuan.

4. permukaan kasar

Cacat permukaan kasar menghasilkan coran yang permukaan yang kasar.

Cacat ini dikarenakan oleh factor-faktor berikut:

- a. cetakan rontok
- b. kup terdorong ke atas

- c. pelekat
- d. penyinteran
- e. penetrasi logam

5. salah alir

Cacat ini dikarenakan logam cair tidak cukup mengisi rongga cetakan. Umumnya terjadi penyumbatan akibat logam cair terburu membeku sebelum mengisi rongga cetak secara keseluruhan.

6. kesalahan ukuran

cacat ini terjadi akibat kesalahan dalam pembuatan pola. Pola yang dibuat tidak sesuai ukurannya dengan yang diinginkan. Selain itu, kesalahan ukuran dapat terjadi akibat cetakan yang mengembang atau penyusutan logam yang tinggi saat pembekuan.

7. inklusi dan struktur tak seragam

Cacat inklusi terjadi karena masuknya terak atau bahan bukan logam ke dalam cairan logam akibat reaksi kimia selama peleburan, penuangan, atau pembekuan. Cacat struktur tidak seragam akan membentuk sebagian struktur coran berupa struktur cil. Cacat-cacat yang termasuk bagian ini adalah:

- a. inklusi terak
- b. inklusi pasir
- c. cil
- d. cil terbalik



## 8. Deformasi

Cacat ini dikarenakan perubahan bentuk coran selama pembekuan akibat gaya yang timbul selama penuangan dan pembekuan. Bentuk cacat ini antara lain:

- a. Membengkak
- b. Pegeseran
- c. Perpindahan inti
- d. Pelenturan

## 9. Cacat-cacat tak Nampak

Cacat ini tidak dapat dilihat dengan mata karena cacatnya terapat di dalam coran. Salah satu bentuk cacat tak tampak adalah cacat struktur butir terbuka. Cacat ini membentuk seperti pori-pori dan kelihatan setelah dikerjakan dengan mesin.

### **2.6. Aliran dari Logam Cair**

Umpamakan sesuatu cairan di dalam bejana mengalir keluar dari satu lubang di dinding sisi bejana. Kalau  $h$  menyatakan tinggi permukaan cairan di atas titik tengah lubang, maka kecepatan aliran yang keluar dinyatakan oleh:

$$v = C \sqrt{2gh}$$

Dimana  $g$  adalah percepatan gaya tarik bumi dan  $C$  adalah koefisien kecepatan.

Bahan	Titik cair (°C)	Berat jenis (g/cm <sup>3</sup> )	Koefisien kekentalan (g/cm. detik)	Koefisien kekentalan kinematik (cm <sup>2</sup> /detik)	Tegangan permukaan (dine/cm)	Tegangan permukaan berat jenis (cm <sup>3</sup> /detik <sup>2</sup> )
Air	0	0,9982(20°C)	0,010046(20°C)	0,010064	72(20°C)	72
Air raksa	-38,9	13,56 (20)	0,01547 (20)	0,00114	465(20)	34,5
Tin	232	5,52 (232)	0,01100 (250)	0,00199	540(247)	97,8
Timbal	327	10,55 (440)	0,01650 (400)	0,00156	450(330)	42,6
Seng	420	6,21 (420)	0,03160 (420)	0,00508	750(500)	120
Aluminium	660	2,35 (760)	0,0055 (760)	0,00234	520(750)	220
Tembaga	1.083	7,84 (1.200)	0,0310 (1.200)	0,00395	581(1.200)	74
Besi	1.537	7,13 (1.600)	0,000 (1.600)	0,00560	970(1.600)	136
Besi cor	1.170	6,9 (1.300)	0,016 (1.300)	0,0023	1.150(1.300)	167

Gambar 2.7. Daftar Koefisien kekentalan dan Tegangan Permukaan Logam (Surdia, 1980)

## 2.7. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Nama “Uno” berarti *satu* dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk platform Arduino, untuk perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks board Arduino. (iPanda, 2015)



Gambar 2.8. Arduino UNO (iPanda, 2015)

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu

##### 3.1.1. Tempat

Tempat pembuatan rangka cetakan dan kegiatan pengecoran dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin UMSU (Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara) , Jl. Mukhtar Basri, No.3 Medan.

##### 3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan pembuatan rangka cetakan dan kegiatan pengecoran dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh Ketua/Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sampai dinyatakan selesai, diperkirakan selama enam bulan (Maret- 2017)

**Tabel 3.1. Jadwal dan Kegiatan penelitian**

No	Kegiatan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November
1	Study literature											
2	Desain cetakan pasir											
3	Pengadaan material											
4	Pembuatan cetakan pasir											
5	Pengecoran logam											
6	Evaluasi hasil pengecoran											

## **3.2. Alat dan Bahan yang Digunakan**

### **3.2.1. Alat yang Digunakan**

Peralatan yang digunakan untuk melakukan proses pengecoran yaitu :

#### **a. Tungku Peleburan**

Tungku peleburan merupakan alat untuk meleburkan sepatu rem atau piston bekas yang merupakan material pada pembuatan ini. Tungku yang digunakan pada pembuatan ini adalah tungku krusibel. Sistem kerja tungku krusibel ini adalah konversi panas dari sumber panas yang dikonversikan kedalam cawan lebur tempat dimana material peleburan yang merupakan limbah aluminium ini diletakkan seperti gambar 3.1 sebagai berikut :

#### **Spesifikasi tungku peleburan**

Jenis tungku	: Krusibel
Bahan utama peleburan	: Aluminium campuran
Kapasitas	: 40 kg
Tinggi drum	: 56 cm
Bahan	: besi tempa
Diameter luar	: Ø27 cm
Diameter dalam	: Ø23,5 cm
Tinggi cawan	: 40 cm



Gambar 3.1. Tungku Peleburan

b. Rangka cetak

Rangka cetak berfungsi sebagai tempat pembentukan cetakan pasir



Gambar 3.2. Rangka Cetak

c. Gas Elpiji

Gas elpiji berguna sebagai bahan bakar untuk meleburkan sepatu rem bekas. Adapun tabung gas elpiji 3 kg yang kami pergunakan untuk meleburkan sepatu rem bekas sebanyak 3 buah seperti gambar 3.8 dibawah ini sebagai berikut :



Gambar 3.3. Gas Elpiji

d. Burner

Burner berfungsi sebagai saluran keluar gas dari tabung gas LPG. Besar kecilnya gas yang akan keluar dapat diatur karena adanya klep/katub pengatur diburner yang ditunjukkan pada gambar 3.4



Gambar 3.4. Burner

e. Regulartor dan selang regulator

Regulator dan selang gas berfungsi sebagai alat untuk mengeluarkan gas dari tabung gas keburner juga pengatur gas yang akan dikeluarkan dari tabung gas seperti gambar 3.5



Gambar 3.5. Regulator dan Selang Regulator

f. Sarung tangan pelindung

Sarung tangan pelindung berfungsi sebagai pelindung tangan terhadap hal yang bias melukai tangan pada saat proses pembuatan. Seperti Gambar 3.6



Gambar 3.6. Sarung Tangan Pelindung

g. Kacamata Pelindung

Kacamata pelindung berfungsi sebagai pelindung mata dari debu atau serpihan-serpihan kecil yang biasa membahayakan mata seperti gambar 3.7.





Gambar 3.7. Kaca Mata Pelindung

h. Jangka sorong

Jangka sorong ini berfungsi untuk mengukur spesimen hasil pengecoran yang telah kita buat seperti gambar 3.8.



Gambar 3.8. Jangka sorong

**Spesifikasi jangka sorong**

Merk : KRISBOW Dial Caliper (KW0600352)

Panjang : 150 cm

Ketepatan baca : 0,02 mm

i. Plat Triplek

Plat triplek sebuah bahan yang digunakan untuk dasar cetakan agar pasir tidak jatuh dalam proses pencetakan seperti gambar 3.9. dibawah ini



Gambar 3.9. Plat Triplek

### 3.2.2. Bahan yang Digunakan

Bahan yang dibutuhkan sebelum melakukan proses pengecoran yaitu :

a. Pasir

Jenis pasir yang di gunakan adalah pasir silika, pasir pantai, pasir sungai, berfungsi untuk membuat cetakan benda kerja yang akan dibuat.



A

B

C

Gambar 3.10. (A) Pasir Silika, (B) Pasir Pantai, (C) Pasir Sungai.

b. Bentonit

Bentonit berfungsi sebagai bahan pengikat pada pasir untuk membuat cetakan seperti gambar 3.11. sebagai berikut :



Gambar 3.11. Bentonit

c. Piston dan sepatu rem bekas

Piston an sepatu rem bekas berfungsi sebagai material pengecoran



Gambar 3.12. Piston dan Sepatu Rem

### 3.3. Langkah Kerja

Adapun langkah pekerjaan yang akan dilakukan akan diuraikan pada penjelasan dibawah ini :

### 3.3.1. Pembuatan Pola

Membuat pola benda kerja (benda tiruan). Pola benda dibuat dari spesimen asli yang bekas dan dibentuk dan diukur sama dengan spesimen yang akan dicetak.



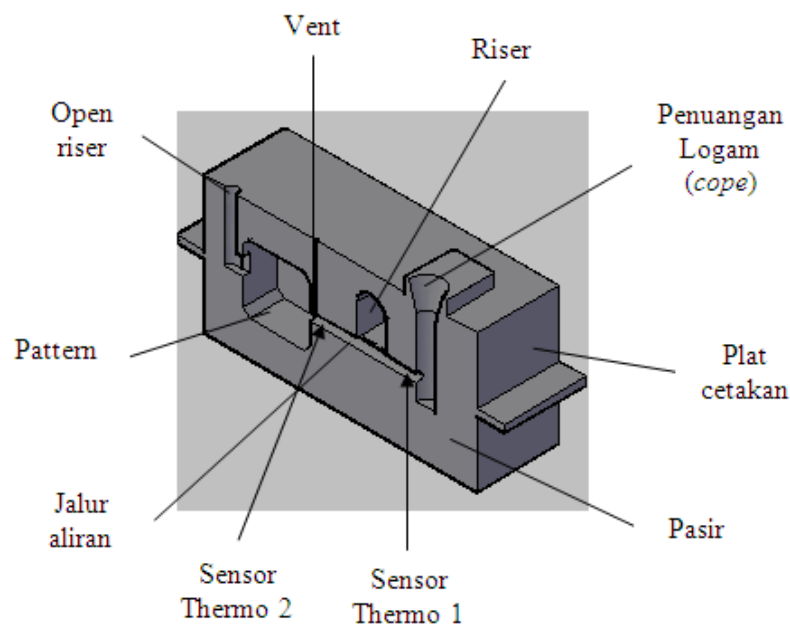
Gambar 3.13. Pola

### 3.3.2. Pembuatan Cetakan

Sebelum membuat cetakan, pasir silika, pasir pantai dan pasir sungai yang akan digunakan harus diayak terlebih dahulu ini bertujuan untuk membuang kotoran-kotoran yang ada di pasir. Selanjutnya kita harus mencampur pasir dengan bahan pengikat yaitu bentonit yang berguna untuk mengikat pasir. Adapun takaran pengikat yang digunakan adalah 3- 5 % bentonit dari jumlah pasir yang digunakan dan bubuk arang 1%, kemudian campuran air 3%. Setelah proses pencampuran selesai dan sudah merata barulah kita buat cetakan, adapun tahapan yang harus dilakukan untuk membuat cetakan yaitu :

- a) Papan cetakan diletakkan diatas lantai yang rata.
- b) Pola dan rangka cetakan untuk drag diletakkan di atas papan cetakan.
- c) Taburkan pasir hingga menutupi pola yang ada di dalam rangka cetak dan padatkan pasir dengan penumbuk.

- d) Cetakan dibalik dan diletakkan pada papan cetakan, dan setengah pola lainnya bersama-sama rangka cetakan untuk kup di pasang di atasnya, kemudian taburkan bedak sebagai bahan pemisah di permukaan pola.
- e) Batang saluran turun dipasang, kemudian pasir dimasukkan kedalam rangka cetak kunci pen pengikat rangka cetak terus padatkan cetakan.
- f) Setelah cetakan padat ratakan dengan kayu, kemudian setelah rata buka pen pengikat rangka cetak dan keluarkan pola dari pasir.



Gambar 3.14. Desain Cetakan pasir

### 3.3.3. Peleburan Sepatu Rem /Piston Bekas

Peleburan sepatu rem bekas pada tungku peleburan ini harus diketahui terlebih dahulu. Proses peleburan yang harus dilakukan agar nantinya mendapatkan logam cair yang berkualitas baik harus melewati beberapa tahapan yaitu:

a. Proses memasukkan material

Pada proses ini sepatu rem /piston bekas dimasukkan kedalam cawan yang berada didalam tungku yang telah bersuhu 100°C-200°C. Adapun sepatu rem yang akan digunakan harus dibersihkan terlebih dahulu kanvas remnya yang masih melekat pada sepatu rem. Untuk pengecoran caliper rem ini dibutuhkan 3 kg piston / sepatu rem bekas dan dibutuhkan waktu 2 jam untuk meleburkan sepatu rem bekas tersebut

b. *Fluxing*

*Fluxing* adalah proses pemasukan paduan kimia berupa garam pada saat peleburan sepatu rem dengan takaran satu sendok makan,yaitu suhu peleburan mencapai 720°C-750°C. Proses ini bertujuan untuk :

1. Mencegah terjadinya oksidasi dan gas.
2. Melepaskan gas hidrogen.
3. Mengikat kotoran.
4. Memperbaiki struktur cairan logam.

Setelah fluks diaduk kemudian diamkan sekitar 5-10 menit dengan tujuan untuk memberikan waktu pada kotoran-kotoran agar mengambang kepermukaan cairan.

c. Proses pemisahan cairan logam dengan kotoran

Cairan logam yang telah mencair diaduk-aduk untuk memisahkan cairan logam dengan kotoran yang mengambang, kemudian ditarik keluar dari cairan logam. Hal inidilakukan agar hasil coran tidak bercampur dengan kotoran.

### **3.3.4. Penuangan Cairan Logam ke dalam Cetakan**

Sebelum penuangan cairan logam kedalam cetakan perlu dilakukan proses pengambilan cairan logam dengan menggunakan ladle pada suhu 720-750°C, tetapi sebelumnya ladle harus di panaskan terlebih dahulu selama 15 menit dengan tujuan seperti gambar 3.16 dibawah ini sebagai berikut :

- a) Untuk menghindari ledakan pada saat pengambilan cairan logam.
- b) Untuk menghindari penurunan cairan pada saat dipindahkan.



Gambar 3.15. Penuangan cairan logam

### **3.3.5. Pembekuan Hasil Pengecoran**

Setelah cairan logam dituang kedalam cetakan, kemudian cetakan didiamkan selama  $\pm 30$  menit yang bertujuan agar logam cair yang telah dituang kedalam cetakan dapat membeku secara sempurna

### **3.3.6. Pembersihan Hasil Coran**

Pembersihan hasil coran dilakukan untuk membersihkan sisa-sisa pasir yang menempel pada hasil pengecoran yang dilakukan dengan memasukkan hasil pengecoran kedalam ember yang telah berisi air, kemudian hasil pengecoran

disikat dengan menggunakan berus hingga tidak ada lagi pasir yang menempel pada spesimen hasil pengecoran.

### **3.3.7. Pemeriksaan Hasil dari Coran**

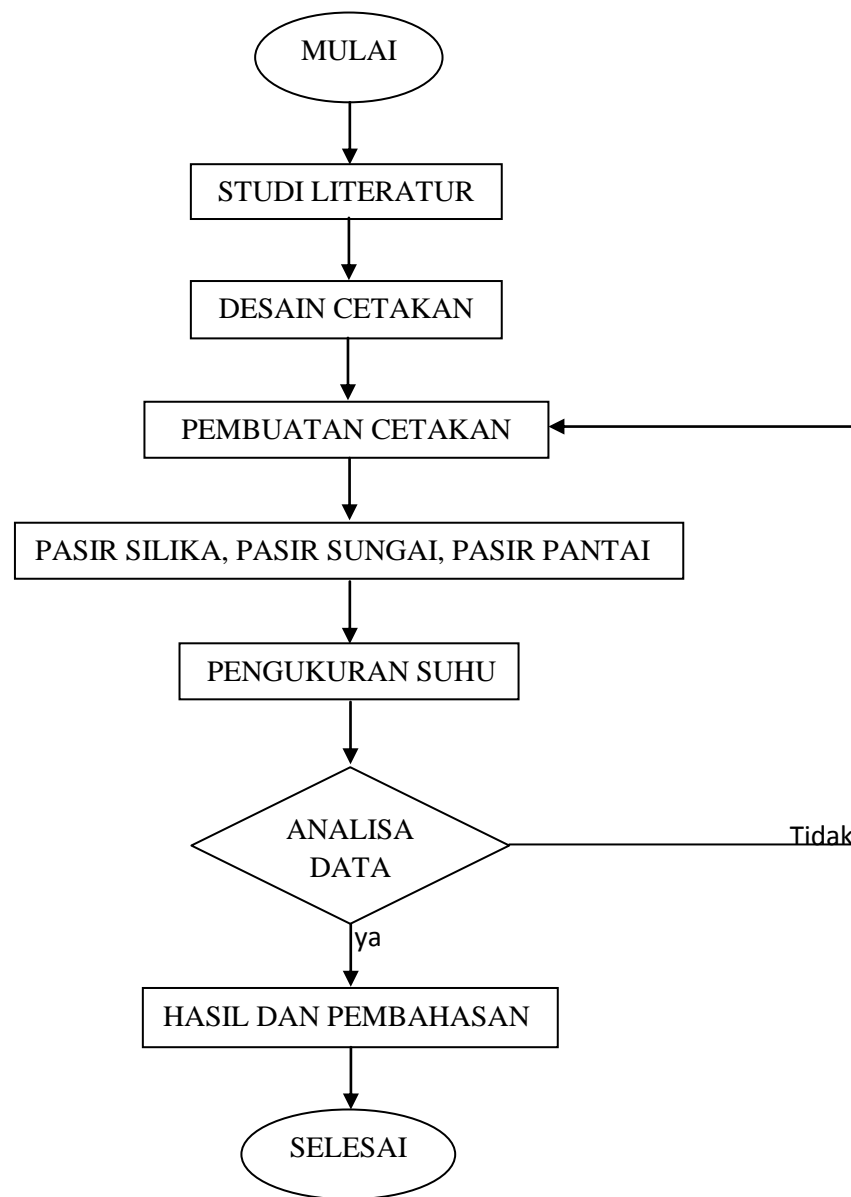
Pemeriksaan dilakukan untuk melihat adanya cacat yang terjadi pada hasil coran. Pemeriksaan ini dilakukan dengan melihat spesimen hasil pengecoran secara kasat mata.

### **3.3.8. Finishing Coran**

Dilakukan untuk membuang saluran turun pada hasil pengecoran dan juga untuk membuat ukuran yang sesuai pada hasil pengecoran dengan menggunakan mesin grinda.



### 3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.16. Diagram alir penelitian

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.5. Hasil Pembuatan Cetakan Pasir

##### 4.5.1. Hasil Pembuatan Cetakan Pasir Silika

Setelah pasir dihaluskan dengan saringan 40 mesh dan dicampur dengan bentonit, hasil dari pembuatan cetakan pasir silika dapat dilihat pada gambar 4.1. dan 4.2. di bawah ini.



Gambar 4.1. Cetakan Pasir Silika Bagian Dalam



Gambar 4.2. Cetakan Pasir Silika Bagian Atas

#### **4.5.2. Hasil Pembuatan Cetakan Pasir Sungai**

Setelah pasir dihaluskan dengan saringan 40 mesh dan dicampur dengan bentonit, hasil dari pembuatan cetakan pasir sungai dapat dilihat pada gambar 4.3. dan 4.4. di bawah ini.



Gambar 4.3. Cetakan Pasir Sungai Bagian Dalam



Gambar 4.4. Cetakan Pasir Sungai Bagian Atas

#### **4.5.3. Hasil Pembuatan Cetakan Pasir Pantai**

Setelah pasir dihaluskan dengan saringan 40 mesh dan dicampur dengan bentonit, hasil dari pembuatan cetakan pasir pantai dapat dilihat pada gambar 4.5. dan 4.6. di bawah ini.



Gambar 4.5. Cetakan Pasir Pantai Bagian Dalam



Gambar 4.6. Cetakan Pasir Pantai Bagian Atas

#### **4.6. Hasil Pembuatan Arduino Code Program**

##### **4.6.1. Hasil pembuatan Arduino Code Program untuk ketiga cetakan pasir**

Berikut adalah program dari arduino untuk membaca temperatur di dalam cetakan pasir yang dapat lihat pada gambar 4.4. dibawah ini.

```

File Edit Sketch Tools Help
WAS_ANDRE
int TS02 = 8;
int TC02 = 5;
int TC02 = 10;
int a = 12;
int b = 13;
MAX6675 T(TC02, TS1, TS01);
MAX6675 S(TC02, TS2, TS02);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("LABEL,WAKTU PENGUJIAN,WAKTU TUNGGU,THERMO 1, THERMO 2, REKAPITAN");// give the MAX a little time to settle
  delay(1); //delay waktu
  pinMode(a, OUTPUT);
  pinMode(b, OUTPUT);
}

void loop() {
  // basic readout test
  Serial.println("DATA,TIME,TIMER");
  Serial.println(" ");
  Serial.println(T.readCelsius());
  Serial.println(" ");
  Serial.println(S.readCelsius());
  Serial.println(" ");
  delay(250);
}

Done uploading.
Global variables use 302 bytes (14%) of dynamic memory, leaving 1,746 bytes for local variables. Maximum is 2,048 bytes.

```

Gambar 4.7. Progam Dari Arduino

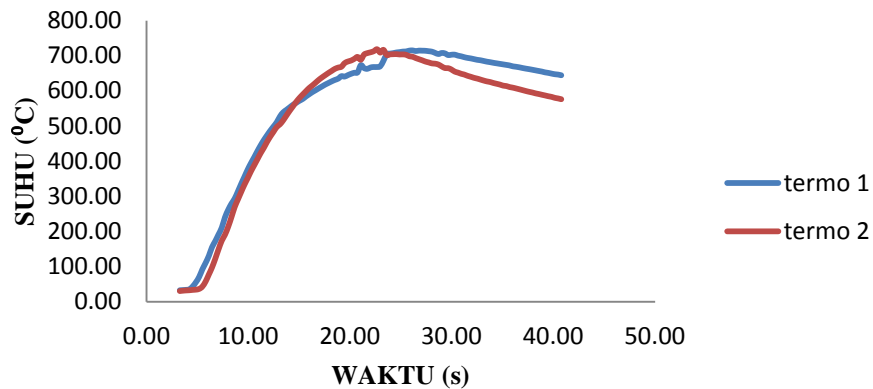
#### 4.6.2. Data Hasil PLX DAQ Arduino

Data hasil pembacaan temperatur di dalam cetakan pasir silika dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>WAKTU PENGUJIAN</b>	<b>WAKTU TUNGGU</b>	<b>THERMO 1</b>	<b>THERMO 2</b>		
2	9:44:07	3.26	32.50	30.25		
3	9:44:07	3.57	33.00	31.25		
4	9:44:07	3.88	33.75	32.00		
5	9:44:08	4.21	35.25	32.50		
6	9:44:08	4.52	43.25	33.50		
7	9:44:08	4.85	55.50	34.25		
8	9:44:09	5.16	70.50	36.25		
9	9:44:09	5.48	91.75	42.75		
10	9:44:09	5.80	110.75	57.75		
11	9:44:10	6.12	130.50	77.50		
12	9:44:10	6.42	154.75	97.00		
13	9:44:10	6.75	172.50	122.25		
14	9:44:11	7.06	191.00	148.50		
15	9:44:11	7.39	211.00	173.75		
16	9:44:11	7.70	240.25	190.50		
17	9:44:11	8.03	262.25	214.25		
18	9:44:12	8.34	279.25	241.00		
19	9:44:12	8.66	293.50	269.25		
20	9:44:12	8.98	314.50	291.50		
21	9:44:13	9.30	335.50	312.50		
22	9:44:13	9.61	355.25	332.75		
23	9:44:13	9.94	376.25	351.75		
24	9:44:14	10.25	394.00	370.75		
25	9:44:14	10.58	411.25	388.50		
26	9:44:14	10.89	428.50	405.50		
27	9:44:15	11.20	444.75	422.50		
28	9:44:15	11.52	460.00	438.00		

Gambar 4.8. Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Silika

## Grafik Perbandingan suhu dan waktu Hasil Pengecoran Pasir Silika



Gambar 4.9. Grafik Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Silika

Dari data yang didapatkan, dapat dihitung kecepatan aliran pengecoran aluminium dari termo 1 ke termo 2 pada cetakan pasir silika dengan menggunakan persamaan berikut.

$$v = \frac{s}{\Delta t}$$

$$v = \frac{0.1}{3.49}$$

$$v = 0.028635326 \text{ m}_s$$

Kecepatan aliran pengecoran aluminium pada cetakan pasir silika dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$v = C\sqrt{2gh}$$

$$v = 2.34 \times 10^{-7} \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.15}$$

$$v = 2.34 \times 10^{-7} \sqrt{2.943}$$

$$v = 2.34 \times 10^{-7} \cdot 1.716$$

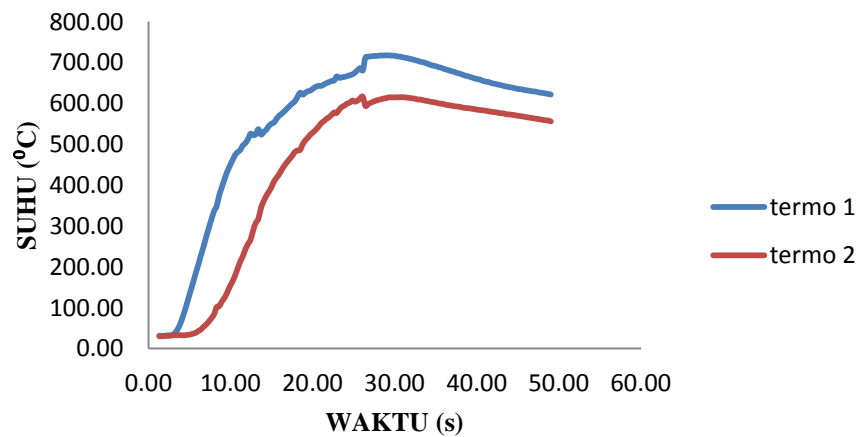
$$v = 4.01544 \times 10^{-7} \text{ m}_s$$

Data hasil pembacaan temperatur di dalam cetakan pasir sungai dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>WAKTU PENGUJIAN</b>	<b>WAKTU TUNGGU</b>	<b>THERMO 1</b>	<b>THERMO 2</b>		
2	11:02:19	1.30	31.50	30.25		
3	11:02:19	1.61	31.50	30.25		
4	11:02:19	1.94	31.25	31.00		
5	11:02:20	2.25	32.25	31.25		
6	11:02:20	2.56	32.25	31.50		
7	11:02:20	2.89	33.25	32.50		
8	11:02:20	3.20	38.25	32.50		
9	11:02:21	3.52	47.00	32.75		
10	11:02:21	3.84	59.75	33.00		
11	11:02:21	4.16	78.00	32.50		
12	11:02:22	4.48	97.50	32.75		
13	11:02:22	4.79	119.00	33.75		
14	11:02:22	5.10	140.50	34.75		
15	11:02:23	5.43	162.75	36.75		
16	11:02:23	5.74	184.75	38.75		
17	11:02:23	6.07	206.50	43.25		
18	11:02:24	6.38	229.25	47.00		
19	11:02:24	6.71	250.75	53.75		
20	11:02:24	7.02	274.25	59.25		
21	11:02:25	7.34	295.75	66.50		
22	11:02:25	7.65	316.25	74.50		
23	11:02:25	7.98	337.00	84.25		
24	11:02:26	8.28	348.25	101.50		
25	11:02:26	8.61	376.00	103.75		
26	11:02:26	8.92	395.00	115.25		
27	11:02:27	9.25	415.00	124.75		
28	11:02:27	9.56	432.25	136.75		

Gambar 4.10. Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Sungai

### Grafik Perbandingan suhu dan waktu Hasil Pengecoran Pasir Sungai



Gambar 4.11. Grafik Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Sungai

Dari data yang didapatkan, dapat dihitung kecepatan aliran pengecoran aluminium dari termo 1 ke termo 2 pada cetakan pasir sungai dengan menggunakan persamaan berikut.

$$v = \frac{s}{\Delta t}$$

$$v = \frac{0.1}{2.87}$$

$$v = 0.034877354 \text{ m}_s$$

Kecepatan aliran pengecoran aluminium pada cetakan pasir sungai dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$v = C\sqrt{2gh}$$

$$v = 2.34 \times 10^{-7} \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.15}$$

$$v = 2.34 \times 10^{-7} \sqrt{2.943}$$

$$v = 2.34 \times 10^{-7} \times 1.716$$

$$v = 4.01544 \times 10^{-7} \text{ m}_s$$

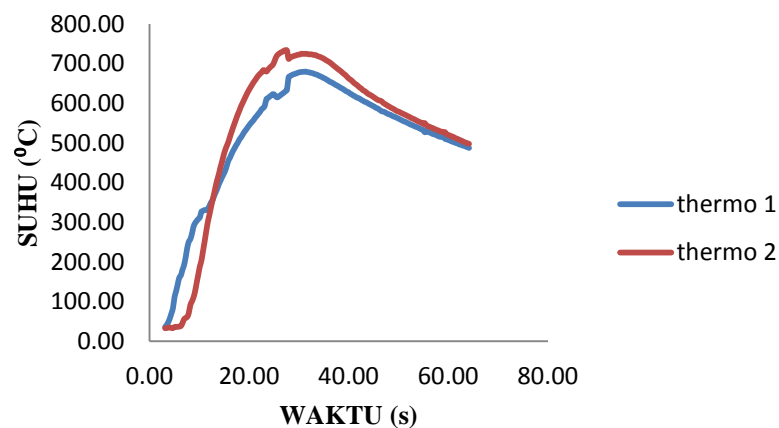


Data hasil pembacaan temperatur di dalam cetakan pasir pantai dapat dilihat pada gambar berikut.

	A	B	C	D	E	F
1	WAKTU PENGUJIAN	WAKTU TUNGGU	THERMO 1	THERMO 2		
2	13:17:37	3.09	35.50	32.50		
3	13:17:37	3.41	40.50	33.00		
4	13:17:37	3.71	47.25	33.75		
5	13:17:38	4.04	57.00	34.50		
6	13:17:38	4.35	69.25	33.25		
7	13:17:38	4.68	83.50	32.75		
8	13:17:39	4.99	111.00	35.75		
9	13:17:39	5.30	125.50	35.75		
10	13:17:39	5.63	143.25	36.00		
11	13:17:40	5.95	160.00	36.75		
12	13:17:40	6.27	166.00	38.00		
13	13:17:40	6.59	180.00	45.25		
14	13:17:40	6.90	191.25	55.00		
15	13:17:41	7.23	211.00	58.50		
16	13:17:41	7.54	234.75	61.00		
17	13:17:41	7.85	250.50	70.75		
18	13:17:42	8.17	257.25	91.00		
19	13:17:42	8.48	270.50	100.00		
20	13:17:42	8.81	289.00	110.75		
21	13:17:43	9.13	297.50	125.75		
22	13:17:43	9.44	303.00	147.00		
23	13:17:43	9.77	308.25	168.00		
24	13:17:44	10.08	312.00	188.50		
25	13:17:44	10.39	326.50	202.75		
26	13:17:44	10.72	328.50	227.50		
27	13:17:45	11.03	330.75	250.75		
28	13:17:45	11.36	330.50	276.75		

Gambar 4.12. Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Pantai

### Grafik Perbandingan suhu dan waktu Hasil Pengecoran Pasir Pantai



Gambar 4.13. Grafik Hasil Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Pantai

Dari data yang didapatkan, dapat dihitung kecepatan aliran pengecoran aluminium dari termo 1 ke termo 2 pada cetakan pasir pantai dengan menggunakan persamaan berikut.

$$v = \frac{s}{\Delta t}$$

$$v = \frac{0.1}{3.19}$$

$$v = 0.031348 \text{ m}_s$$

Kecepatan aliran pengecoran aluminium pada cetakan pasir pantai dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$v = C\sqrt{2gh}$$

$$v = 2.34 \times 10^{-7} \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.15}$$

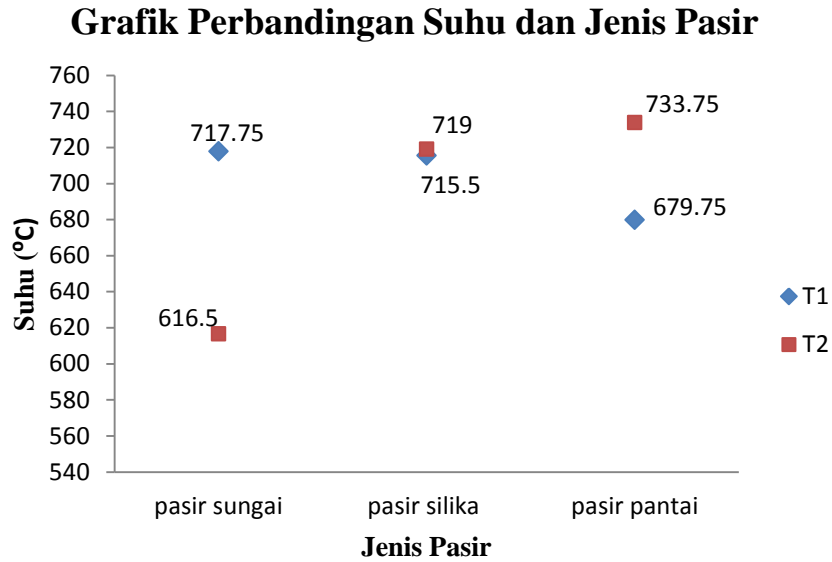
$$v = 2.34 \times 10^{-7} \sqrt{2.943}$$

$$v = 2.34 \times 10^{-7} \times 1.716$$

$$v = 4.01544 \times 10^{-7} \text{ m}_s$$

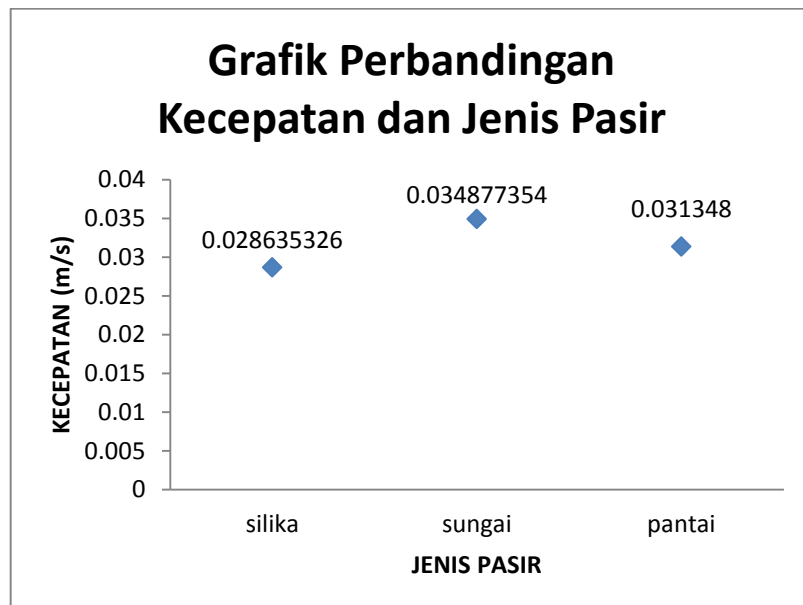
#### 4.7. Hasil Evaluasi Temperatur dan Kecepatan dari Ketiga Cetakan

Dari data yang dihasilkan, evaluasi ketinggian temperature dari ketiga cetakan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.14. Grafik Perbandingan Suhu dan Jenis Pasir

Evaluasi kecepatan dari termo 1 ke termo 2 pada ketiga cetakan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.15. Grafik Perbandingan Kecepatan dan Jenis Pasir

#### 4.8. Hasil Pengecoran Aluminium

##### 4.8.1. Hasil Pengecoran Aluminium Pada Cetakan Pasir Silika

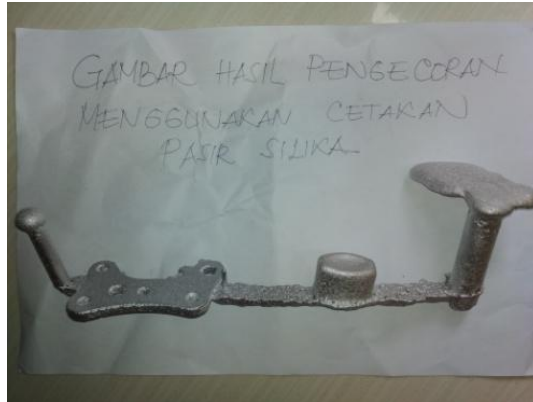
Hasil pengecoran aluminium pada cetakan pasir silika dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.16. Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Silica dari Atas



Gambar 4.17. Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Silica dari Dalam



Gambar 4.18. Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Silica setelah Dibersihkan

#### 4.4.2. Hasil Pengecoran Alumunium pada Cetakan Pasir Sungai

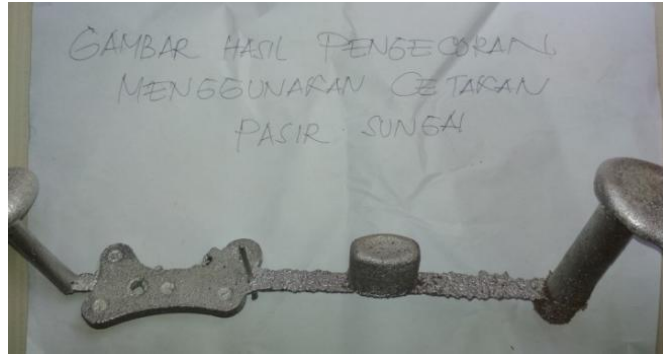
Hasil pengecoran alumunium pada cetakan pasir sungai dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.19. Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Sungai dari Atas



Gambar 4.20. Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Sungai dari Dalam



Gambar 4.2. Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Sungai setelah Dibersihkan

#### 4.4.3. Hasil Pengecoran Alumunium pada Cetakan Pasir Pantai

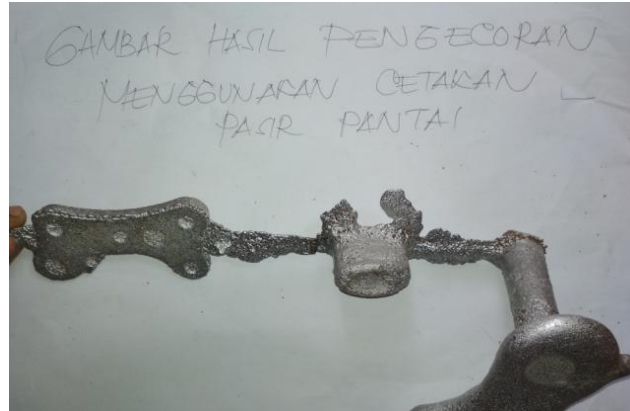
Hasil pengecoran alumunium pada cetakan pasir pantai dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.22. Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Pantai dari Atas



Gambar 4.23. Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Pantai dari Dalam



Gambar 4.24. Hasil Pengecoran dengan Menggunakan Pasir Pantai setelah Dibersihkan

#### 4.4.4. Perbandingan Kekacatan Hasil Coran

Pada hasil pengecoran dari ketiga cetakan terdapat cacat coran yang tampak secara kasat mata. Cacat tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1. Perbandingan kecacatan hasil coran pada ketiga cetakan pasir

Cacat Coran	Cetakan Pasir		
	Silika	Sungai	Pantai
Kekasaran Yang meluas	<p>Hasil Pengecoran Pada Cetakan Pasir Silika</p>	<p>Hasil Pengecoran Pada Cetakan Pasir Sungai</p>	<p>Hasil Pengecoran Pada Cetakan Pasir Pantai</p>
Lubang - Lubang: Rongga udara	<p>Hasil Pengecoran Pada Cetakan Pasir Silika</p>	<p>Hasil Pengecoran Pada Cetakan Pasir Sungai</p>	<p>Hasil Pengecoran Pada Cetakan Pasir Pantai</p>
Permukaan kasar: Cetakan rontok	<p>Hasil Pengecoran Pada Cetakan Pasir Silika</p>	<p>Hasil Pengecoran Pada Cetakan Pasir Sungai</p>	<p>Hasil Pengecoran Pada Cetakan Pasir Pantai</p>

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan

1. Kecepatan aliran pada cetakan pasir silica =  $0.028635326 \text{ m}_s$ , pada cetakan pasir sungai =  $0.034877354 \text{ m}_s$ , pada cetakan pasir pantai =  $0.031348 \text{ m}_s$ , kecepatan aliran tuang  $4.01544 \times 10^{-7} \text{ m}_s$ .
2. Hasil pengecoran yang paling minim cacat pada ketiga cetakan pasir adalah hasil pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir silica. Hasil tersebut dapat dilihat pada permukaan hasil pengecoran secara kasat mata.
3. Kehalusan pasir menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi hasil pengecoran
4. Perbandingan pencampuran bentonit dan pasir menjadi salah satu factor dari kualitas cetakan pasir dikarenakan jika perbandingan tidak sesuai pasir cetakan akan sangat rapuh pada saat penggabungan cetakan.

#### 5.2. Saran

1. Sebaiknya pada penelitian selanjutnya pengayakan pasir dilakukan dengan saringan yang bervariasi
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya pasir yang digunakan lebih bervariasi lagi
3. Sebaiknya menggunakan pasir yang lembab karena jika menggunakan pasir yang basah akan memerlukan banyak bentonit untuk pencampuran



## DAFTAR PUSTAKA

- Ceper, Logam. 2014. *Aluminium dalam Pengecoran Logam*. LogamCeper. <https://logamceper.com/aluminium-dalam-pengecoran-logam/>
- Ceper, Logam. 2014. *Cacat Coran dan Pencegahannya*. LogamCeper. <https://logamceper.com/cacat-coran-dan-pencegahannya/>
- Geost, Flysh. 2016. *Pengertian, Asal, dan Pemanfaatan pasir Silika*. Geologinesia. <http://www.geologinesia.com/2016/02/pengertian-asal-dan-pemanfaatan-pasir-html?m=1>.
- Ipanda. 2015. *Pengertian Arduino Uno*. Ilearning Media. <http://ilearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-uno/>
- Nurman, Mochammad. 2013. *Pengecoran Cetakan Kulit (Shell Molding) dan Pengecoran Presisi (Investment Casting)*. Pengecoran Logam. <http://mochamadnurman.blogspot.co.id/2013/03/pengecoran-cetakan-kulit-shell-molding.html?m=1>
- Surdia, Tata, M.Sc.Met.E. dan Kenji Chijiwa, Prof. Dr. 1980. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Surdia, Tata, M.Sc.Met.E. dan Kenji Chijiwa, Prof. Dr. 2000. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Surdia, Tata, M.Sc.Met.E. dan Shinroku Saito, Prof. Dr. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik Cetakan Ke-empat*. Jakarta: Pranya Paramita.
- Wikipedia. *Pasir*. <http://id.m.wikipedia.org/wiki/Pasir>.
- Yusnan, M. Rendi. 2010. *Proses Pengecoran*. Mechanicalsains. <http://mechanicalsains.blogspot.co.id/2010/10/proses-pengecoran.html?m=1>
- Zulfikar, Achmad. 2010. *Dasar Pengecoran dengan Ilmu Logam*. Gudang Materi. <http://www.gudangmateri.com/2010/04/dasar-pengecoran-dengan-ilmu-logam.html>

## Lampiran

### Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Silika

<b>WAKTU PENGUJIAN</b>	<b>WAKTU TUNGGU</b>	<b>THERMO 1</b>	<b>THERMO 2</b>
9:44:07	3.26	32.50	30.25
9:44:07	3.57	33.00	31.25
9:44:07	3.88	33.75	32.00
9:44:08	4.21	35.25	32.50
9:44:08	4.52	43.25	33.50
9:44:08	4.85	55.50	34.25
9:44:09	5.16	70.50	36.25
9:44:09	5.48	91.75	42.75
9:44:09	5.80	110.75	57.75
9:44:10	6.12	130.50	77.50
9:44:10	6.42	154.75	97.00
9:44:10	6.75	172.50	122.25
9:44:11	7.06	191.00	148.50
9:44:11	7.39	211.00	173.75
9:44:11	7.70	240.25	190.50
9:44:11	8.03	262.25	214.25
9:44:12	8.34	279.25	241.00
9:44:12	8.66	293.50	269.25
9:44:12	8.98	314.50	291.50
9:44:13	9.30	335.50	312.50
9:44:13	9.61	355.25	332.75
9:44:13	9.94	376.25	351.75
9:44:14	10.25	394.00	370.75
9:44:14	10.58	411.25	388.50
9:44:14	10.89	428.50	405.50
9:44:15	11.20	444.75	422.50
9:44:15	11.52	460.00	438.00
9:44:15	11.84	473.50	454.75
9:44:16	12.15	486.50	469.75
9:44:16	12.48	498.75	483.75
9:44:16	12.79	510.75	497.25
9:44:17	13.12	527.75	505.25
9:44:17	13.43	539.25	516.50
9:44:17	13.76	546.50	530.50
9:44:18	14.07	553.50	543.75
9:44:18	14.38	560.50	556.00
9:44:18	14.70	566.00	568.50
9:44:18	15.02	572.00	580.00
9:44:19	15.35	577.25	590.00
9:44:19	15.66	584.25	599.25
9:44:19	15.98	590.50	608.25

9:44:20	16.30	596.75	615.75
9:44:20	16.61	602.00	623.50
9:44:20	16.92	607.50	631.50
9:44:21	17.25	613.00	638.75
9:44:21	17.56	618.25	645.00
9:44:21	17.88	622.75	651.25
9:44:22	18.20	627.50	657.25
9:44:22	18.52	631.50	663.00
9:44:22	18.84	635.25	666.75
9:44:23	19.16	642.25	669.00
9:44:23	19.47	641.00	679.25
9:44:23	19.80	645.25	684.00
9:44:24	20.11	649.00	686.75
9:44:24	20.44	652.00	691.75
9:44:24	20.75	653.00	697.25
9:44:25	21.06	673.50	689.00
9:44:25	21.38	665.25	703.75
9:44:25	21.70	663.00	707.75
9:44:25	22.02	667.00	710.25
9:44:26	22.34	668.25	713.25
9:44:26	22.66	668.25	719.00
9:44:26	22.98	670.25	709.25
9:44:27	23.29	686.00	717.25
9:44:27	23.62	704.50	702.50
9:44:27	23.93	706.50	704.25
9:44:28	24.24	707.75	704.75
9:44:28	24.57	709.75	705.00
9:44:28	24.88	710.75	704.00
9:44:29	25.21	712.25	704.25
9:44:29	25.52	712.75	703.00
9:44:29	25.84	715.00	699.00
9:44:30	26.16	715.50	697.50
9:44:30	26.47	713.75	693.75
9:44:30	26.78	715.00	690.50
9:44:31	27.11	714.75	687.25
9:44:31	27.42	714.50	683.75
9:44:31	27.75	713.25	681.25
9:44:32	28.06	712.00	678.50
9:44:32	28.38	708.50	677.75
9:44:32	28.70	705.25	675.25
9:44:32	29.02	708.25	670.00
9:44:33	29.34	707.00	665.25
9:44:33	29.66	702.25	665.00
9:44:33	29.97	703.25	661.25
9:44:34	30.30	703.50	655.25
9:44:34	30.61	700.75	652.50
9:44:34	30.94	698.75	649.00
9:44:35	31.24	696.25	646.75

9:44:35	31.55	694.25	643.25
9:44:35	31.88	692.75	640.50
9:44:36	32.20	690.75	637.50
9:44:36	32.52	688.75	635.25
9:44:36	32.84	687.50	632.50
9:44:37	33.15	685.50	629.75
9:44:37	33.48	683.50	627.25
9:44:37	33.79	682.00	625.50
9:44:38	34.10	680.25	622.75
9:44:38	34.43	678.75	620.50
9:44:38	34.74	677.25	618.25
9:44:39	35.07	675.75	615.25
9:44:39	35.38	674.25	614.00
9:44:39	35.70	672.75	611.25
9:44:39	36.02	670.25	609.50
9:44:40	36.33	669.00	607.25
9:44:40	36.64	667.50	605.00
9:44:40	36.97	665.50	602.50
9:44:41	37.29	663.75	600.00
9:44:41	37.60	662.25	597.75
9:44:41	37.93	660.50	595.75
9:44:42	38.24	658.75	593.25
9:44:42	38.55	657.00	591.50
9:44:42	38.88	655.25	589.25
9:44:43	39.19	653.00	587.25
9:44:43	39.52	651.50	585.00
9:44:43	39.83	649.50	583.25
9:44:44	40.14	647.75	580.50
9:44:44	40.47	646.75	578.75
9:44:44	40.78	644.75	576.50

## Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Sungai

<b>WAKTU PENGUJIAN</b>	<b>WAKTU TUNGGU</b>	<b>THERMO 1</b>	<b>THERMO 2</b>
11:02:19	1.30	31.50	30.25
11:02:19	1.61	31.50	30.25
11:02:19	1.94	31.25	31.00
11:02:20	2.25	32.25	31.25
11:02:20	2.56	32.25	31.50
11:02:20	2.89	33.25	32.50
11:02:20	3.20	38.25	32.50
11:02:21	3.52	47.00	32.75
11:02:21	3.84	59.75	33.00
11:02:21	4.16	78.00	32.50
11:02:22	4.48	97.50	32.75
11:02:22	4.79	119.00	33.75
11:02:22	5.10	140.50	34.75
11:02:23	5.43	162.75	36.75
11:02:23	5.74	184.75	38.75
11:02:23	6.07	206.50	43.25
11:02:24	6.38	229.25	47.00
11:02:24	6.71	250.75	53.75
11:02:24	7.02	274.25	59.25
11:02:25	7.34	295.75	66.50
11:02:25	7.65	316.25	74.50
11:02:25	7.98	337.00	84.25
11:02:26	8.28	348.25	101.50
11:02:26	8.61	376.00	103.75
11:02:26	8.92	395.00	115.25
11:02:27	9.25	415.00	124.75
11:02:27	9.56	432.25	136.75
11:02:27	9.88	446.50	151.50
11:02:27	10.20	460.25	163.50
11:02:28	10.52	473.00	178.00
11:02:28	10.83	480.50	195.00
11:02:28	11.16	485.75	212.75
11:02:29	11.47	497.00	225.75
11:02:29	11.80	503.00	243.25
11:02:29	12.11	513.00	256.00
11:02:30	12.42	525.75	266.50
11:02:30	12.75	522.25	290.50
11:02:30	13.06	524.50	308.00
11:02:31	13.37	537.00	317.25
11:02:31	13.70	523.75	344.75
11:02:31	14.01	530.00	360.00
11:02:32	14.34	535.75	374.00
11:02:32	14.65	544.75	384.00

11:02:32	14.98	550.50	395.50
11:02:33	15.29	553.50	409.50
11:02:33	15.60	563.00	418.50
11:02:33	15.93	570.50	427.75
11:02:34	16.24	575.25	438.50
11:02:34	16.55	581.25	448.25
11:02:34	16.88	587.75	456.75
11:02:34	17.20	594.00	464.50
11:02:35	17.52	600.25	472.50
11:02:35	17.83	605.50	481.50
11:02:35	18.14	616.25	484.75
11:02:36	18.47	626.25	486.50
11:02:36	18.78	621.50	500.75
11:02:36	19.11	626.25	509.75
11:02:37	19.42	630.00	516.50
11:02:37	19.73	631.75	524.25
11:02:37	20.06	636.50	529.75
11:02:38	20.38	640.75	535.75
11:02:38	20.70	643.00	543.25
11:02:38	21.02	642.75	551.25
11:02:39	21.33	646.00	556.25
11:02:39	21.66	649.50	562.00
11:02:39	21.97	652.25	566.25
11:02:40	22.30	655.00	572.00
11:02:40	22.61	656.00	578.00
11:02:40	22.91	666.00	576.50
11:02:41	23.24	662.50	585.25
11:02:41	23.55	664.00	591.50
11:02:41	23.88	665.00	594.50
11:02:41	24.19	666.75	599.75
11:02:42	24.52	669.00	602.00
11:02:42	24.83	671.00	607.00
11:02:42	25.16	675.75	604.25
11:02:43	25.47	681.50	607.00
11:02:43	25.79	686.50	612.75
11:02:43	26.10	681.00	616.50
11:02:44	26.41	712.50	594.00
11:02:44	26.74	714.25	598.25
11:02:44	27.05	715.00	601.50
11:02:45	27.37	716.00	604.25
11:02:45	27.70	716.00	606.75
11:02:45	28.01	716.75	608.50
11:02:46	28.33	717.25	610.25
11:02:46	28.64	717.25	612.00
11:02:46	28.97	717.75	613.00
11:02:47	29.28	717.50	614.75
11:02:47	29.59	717.00	614.75
11:02:47	29.92	716.75	615.00

11:02:48	30.23	715.50	614.75
11:02:48	30.55	714.50	615.25
11:02:48	30.88	713.50	615.25
11:02:48	31.19	712.00	615.00
11:02:49	31.52	710.75	614.00
11:02:49	31.83	709.25	613.25
11:02:49	32.16	707.75	612.25
11:02:50	32.47	705.75	611.75
11:02:50	32.78	704.25	609.75
11:02:50	33.11	702.00	609.50
11:02:51	33.41	700.75	608.00
11:02:51	33.73	699.00	606.75
11:02:51	34.05	696.75	605.50
11:02:52	34.37	694.00	604.25
11:02:52	34.70	692.50	603.00
11:02:52	35.01	691.00	602.00
11:02:53	35.32	688.75	600.25
11:02:53	35.65	687.25	599.25
11:02:53	35.96	684.75	598.25
11:02:54	36.29	682.75	596.25
11:02:54	36.60	681.00	595.50
11:02:54	36.91	678.75	594.50
11:02:55	37.24	677.25	593.25
11:02:55	37.55	674.75	592.50
11:02:55	37.87	673.25	591.75
11:02:55	38.20	670.75	590.25
11:02:56	38.51	668.50	589.00
11:02:56	38.82	667.00	588.50
11:02:56	39.15	665.00	587.75
11:02:57	39.47	663.00	586.75
11:02:57	39.78	660.75	585.75
11:02:57	40.09	659.50	584.50
11:02:58	40.42	657.75	583.75
11:02:58	40.73	655.25	583.00
11:02:58	41.05	653.50	582.25
11:02:59	41.38	652.50	580.75
11:02:59	41.69	650.50	580.00
11:02:59	42.02	648.50	578.75
11:03:00	42.33	647.50	578.25
11:03:00	42.64	645.75	576.75
11:03:00	42.97	644.50	576.00
11:03:01	43.28	642.75	575.50
11:03:01	43.59	641.25	573.50
11:03:01	43.91	640.25	573.25
11:03:02	44.23	639.00	572.25
11:03:02	44.55	637.50	571.50
11:03:02	44.87	636.00	570.00
11:03:02	45.18	635.00	569.25

11:03:03	45.51	634.25	568.25
11:03:03	45.82	632.75	567.25
11:03:03	46.13	632.00	566.00
11:03:04	46.46	630.75	565.00
11:03:04	46.77	629.75	564.00
11:03:04	47.10	629.00	562.75
11:03:05	47.41	627.75	562.25
11:03:05	47.74	626.25	560.75
11:03:05	48.05	625.50	559.75
11:03:06	48.37	624.25	558.75
11:03:06	48.70	623.25	558.00
11:03:06	49.01	621.75	556.00



## Pembacaan Program Arduino pada Cetakan Pasir Pantai

<b>WAKTU PENGUJIAN</b>	<b>WAKTU TUNGGU</b>	<b>THERMO 1</b>	<b>THERMO 2</b>
13:17:37	3.09	35.50	32.50
13:17:37	3.41	40.50	33.00
13:17:37	3.71	47.25	33.75
13:17:38	4.04	57.00	34.50
13:17:38	4.35	69.25	33.25
13:17:38	4.68	83.50	32.75
13:17:39	4.99	111.00	35.75
13:17:39	5.30	125.50	35.75
13:17:39	5.63	143.25	36.00
13:17:40	5.95	160.00	36.75
13:17:40	6.27	166.00	38.00
13:17:40	6.59	180.00	45.25
13:17:40	6.90	191.25	55.00
13:17:41	7.23	211.00	58.50
13:17:41	7.54	234.75	61.00
13:17:41	7.85	250.50	70.75
13:17:42	8.17	257.25	91.00
13:17:42	8.48	270.50	100.00
13:17:42	8.81	289.00	110.75
13:17:43	9.13	297.50	125.75
13:17:43	9.44	303.00	147.00
13:17:43	9.77	308.25	168.00
13:17:44	10.08	312.00	188.50
13:17:44	10.39	326.50	202.75
13:17:44	10.72	328.50	227.50
13:17:45	11.03	330.75	250.75
13:17:45	11.36	330.50	276.75
13:17:45	11.67	333.75	300.00
13:17:46	11.99	340.25	318.00
13:17:46	12.30	349.50	337.00
13:17:46	12.62	355.00	354.75
13:17:47	12.95	366.25	372.25
13:17:47	13.26	375.25	390.75
13:17:47	13.59	385.00	407.50
13:17:48	13.90	396.00	421.25
13:17:48	14.21	404.25	438.00
13:17:48	14.54	413.50	453.00
13:17:48	14.85	421.25	468.50
13:17:49	15.18	430.25	482.25
13:17:49	15.49	442.50	492.50
13:17:49	15.80	455.25	502.50
13:17:50	16.13	462.75	515.50
13:17:50	16.45	472.00	527.50

13:17:50	16.75	479.75	538.75
13:17:51	17.08	487.25	550.25
13:17:51	17.39	494.50	561.25
13:17:51	17.72	501.00	572.50
13:17:52	18.03	508.75	581.75
13:17:52	18.34	513.75	592.25
13:17:52	18.67	520.50	600.75
13:17:53	18.98	527.00	609.25
13:17:53	19.31	532.50	618.00
13:17:53	19.63	538.00	626.00
13:17:54	19.94	543.50	633.25
13:17:54	20.27	548.75	640.25
13:17:54	20.58	553.25	646.75
13:17:55	20.91	558.00	653.50
13:17:55	21.22	564.00	658.75
13:17:55	21.53	568.25	664.75
13:17:55	21.85	573.75	670.00
13:17:56	22.16	578.25	674.25
13:17:56	22.49	585.00	678.00
13:17:56	22.80	588.00	683.50
13:17:57	23.12	593.75	682.50
13:17:57	23.45	610.25	679.75
13:17:57	23.76	613.25	684.50
13:17:58	24.07	616.50	689.00
13:17:58	24.40	619.50	693.00
13:17:58	24.71	622.75	696.50
13:17:59	25.02	622.00	704.50
13:17:59	25.35	616.75	715.25
13:17:59	25.68	614.75	721.75
13:18:00	25.99	617.75	725.00
13:18:00	26.30	620.50	727.75
13:18:00	26.61	623.50	729.50
13:18:01	26.94	626.50	732.25
13:18:01	27.25	630.00	733.75
13:18:01	27.58	633.75	733.00
13:18:01	27.89	665.25	712.25
13:18:02	28.22	668.75	715.25
13:18:02	28.53	670.75	717.00
13:18:02	28.84	672.75	718.50
13:18:03	29.17	674.00	720.00
13:18:03	29.48	675.50	721.00
13:18:03	29.80	677.00	722.50
13:18:04	30.13	678.25	722.75
13:18:04	30.44	678.75	724.75
13:18:04	30.77	679.25	724.50
13:18:05	31.08	679.25	724.50
13:18:05	31.38	679.75	724.50
13:18:05	31.71	678.50	724.25

13:18:06	32.02	678.00	723.25
13:18:06	32.35	676.75	723.50
13:18:06	32.66	676.00	722.75
13:18:07	32.98	674.50	721.75
13:18:07	33.30	673.00	721.50
13:18:07	33.62	672.00	719.50
13:18:08	33.93	669.75	718.00
13:18:08	34.26	668.00	716.75
13:18:08	34.57	666.25	714.75
13:18:08	34.90	663.75	713.00
13:18:09	35.21	662.25	710.25
13:18:09	35.52	659.50	708.00
13:18:09	35.84	657.50	705.50
13:18:10	36.16	654.25	703.25
13:18:10	36.48	653.00	700.00
13:18:10	36.80	650.50	696.50
13:18:01	37.11	648.25	693.25
13:18:01	37.44	645.75	690.00
13:18:01	37.75	643.75	686.75
13:18:12	38.08	641.25	683.75
13:18:12	38.39	638.75	680.75
13:18:12	38.70	636.75	677.25
13:18:13	39.03	634.25	673.75
13:18:13	39.34	631.25	670.75
13:18:13	39.66	629.25	666.50
13:18:14	39.98	627.25	662.50
13:18:14	40.30	624.00	659.75
13:18:14	40.63	622.00	656.50
13:18:15	40.93	619.00	652.50
13:18:15	41.24	617.50	649.25
13:18:15	41.57	614.50	646.50
13:18:15	41.88	613.25	643.00
13:18:16	42.21	611.25	639.50
13:18:16	42.52	608.50	636.75
13:18:16	42.84	606.50	633.00
13:18:17	43.16	603.75	630.75
13:18:17	43.48	602.50	627.75
13:18:17	43.80	600.25	624.25
13:18:18	44.12	597.75	622.00
13:18:18	44.43	596.00	620.00
13:18:18	44.76	593.50	617.25
13:18:19	45.07	591.75	614.75
13:18:19	45.40	588.75	611.75
13:18:19	45.71	587.25	609.25
13:18:20	46.02	585.00	607.25
13:18:20	46.34	582.00	606.50
13:18:20	46.66	579.50	604.00
13:18:21	46.97	578.75	600.25

13:18:21	47.30	577.00	597.75
13:18:21	47.61	574.50	595.25
13:18:22	47.94	572.75	592.75
13:18:22	48.25	571.25	590.50
13:18:22	48.56	569.50	588.00
13:18:22	48.89	567.00	586.25
13:18:23	49.20	565.75	583.75
13:18:23	49.53	564.00	581.00
13:18:23	49.84	562.00	579.50
13:18:24	50.16	560.00	578.00
13:18:24	50.48	558.00	575.75
13:18:24	50.79	556.00	574.00
13:18:25	51.10	554.00	572.00
13:18:25	51.43	552.75	570.25
13:18:25	51.74	550.50	568.00
13:18:26	52.05	548.75	566.25
13:18:26	52.38	546.25	564.00
13:18:26	52.71	545.00	561.75
13:18:27	53.02	543.00	560.25
13:18:27	53.34	541.25	558.25
13:18:27	53.66	539.75	556.00
13:18:28	53.98	538.00	554.00
13:18:28	54.29	536.00	552.25
13:18:28	54.62	534.00	550.75
13:18:29	54.93	533.00	548.00
13:18:29	55.26	526.75	550.00
13:18:29	55.57	529.75	544.50
13:18:29	55.88	528.25	542.25
13:18:30	56.20	526.25	540.75
13:18:30	56.52	524.75	538.75
13:18:30	56.83	522.50	537.50
13:18:31	57.16	521.50	535.50
13:18:31	57.47	520.00	533.75
13:18:31	57.80	518.25	532.00
13:18:32	58.11	516.00	530.75
13:18:32	58.42	515.25	528.75
13:18:33	59.34	513.00	527.00
13:18:33	59.34	512.00	525.00
13:18:33	59.38	509.75	524.00
13:18:33	59.70	508.75	521.75
13:18:34	60.02	507.25	520.00
13:18:34	60.34	505.50	518.25
13:18:34	60.65	503.75	516.50
13:18:35	60.98	502.25	515.25
13:18:35	61.29	500.75	512.75
13:18:35	61.60	499.25	511.25
13:18:36	61.93	498.00	509.50
13:18:36	62.24	495.75	507.50

13:18:36	62.57	495.00	506.00
13:18:36	62.88	493.25	504.00
13:18:37	63.20	492.25	502.00
13:18:37	63.52	490.50	500.50
13:18:37	63.84	489.00	499.00
13:18:38	64.15	487.25	497.50

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**



### **DATA PRIBADI**

Nama : Andrianto Siagian  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 27 Oktober 1987  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Menikah  
Alamat : Jl. Karya Gg. Sosro No. 8e, Medan  
No. HP : 085373919053  
Email : andrisiagian87@gmail.com  
Nama Ayah : Razli Siagian  
Nama Ibu : Poniyah

### **PENDIDIKAN**

1. SD Swasta Karya Bhakti Medan (1993-1999)
2. SMP Swasta Karya Bhakti Medan (1999-2002)
3. SMK PAB 1 Helvetia Medan (2002-2005)
4. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2012-2018)

