

# TUGAS AKHIR

## PENGARUH PUTARAN MOTOR TERHADAP KUALITAS PENGGILOKAN MATERIAL ALUMINIUM DENGAN MENGUNAKAN MESIN BOLA PENGHANCUR ( *BALL MILL* )

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

**Disusun Oleh:**

**JUNEIDI SYAHPUTRA**  
**1407230068**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Juneidi Syahputra  
NPM : 1407230068  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pengaruh Putaran Motor Terhadap Kualitas Penggilingan  
Material Aluminium Dengan Menggunakan Mesin Bola  
Penghancur( *Ball Mill* )  
Bidang ilmu : Konstruksi 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 Maret 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



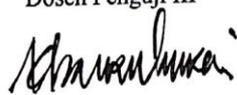
M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



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

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Bekti Suroso, S.T., M.Eng



Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,

Affandi, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Juneidi Syahputra  
Tempat/Tanggal Lahir : Berastagi/21 Januari 1995  
NPM : 1407230068  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

### **Pengaruh Putaran Motor Terhadap Kualitas Penggilingan Material Aluminium Dengan Menggunakan Mesin Bola Penghancur (*Ball Mill*)**

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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 05 Maret 2019



Saya yang menyatakan,

Juneidi Syahputra

## **ABSTRAK**

Perkembangan teknologi mesin yang maju dan memudahkan manusia mengerjakan sesuatu menjadi mudah. Untuk pengolahan sisah sisah tatal aluminium yang berukuran kecil membutuhkan suatu mesin agar pengerjaan semakin mudah dan efisien yaitu dengan mesin *ball mill*. Cara pengerjaan mesin *ball mill* adalah menghancurkan sisah sisah tatal aluminium yang berukuran kecil dengan cara menggilingnya bersama media grinding (bola baja). Dalam hal percobaan ini bahan yang digunakan adalah aluminium dengan waktu 1 jam, berat awal bahan yang digunakan 100 gram, ukuran bola yang digunakan 30 mm. Pengamatan yang dilakukan menggunakan variasi 126 Rpm, 135 Rpm dan 140 Rpm. Dari hasil pada percobaan ini serbuk aluminium yang banyak dihasilkan menggunakan saringan T61 pada putaran 140 Rpm menghasilkan berat 1,66 gram dan pada saringan T48 pada putaran 135 Rpm menghasilkan berat 1,48 gram. Serbuk aluminium yang sedikit dihasilkan menggunakan saringan T61 pada putaran 126 Rpm menghasilkan berat 1,04 gram dan pada saringan T48 pada putaran 140 Rpm menghasilkan berat 1,20 gram.

Kata kunci : *Ball Mill*, Putaran , Aluminium

### **ABSTRACT**

*The development of advanced machine technology and makes it easy for humans to do things is easy. For processing micro-sized powdered aluminum powder requires a machine so that the workmanship is easier and more efficient, namely with a ball mill machine. The way of working a ball mill machine is to destroy micro-aluminum powder powder by grinding it together with grinding media (steel balls). In the case of this experiment the material used is aluminum with a time of 1 hour, the initial weight of the material used is 100 grams, the size of the ball used is 30 mm. Observations made using variations of 126 Rpm, 135 Rpm and 140 Rpm. From the results of this experiment, many aluminum powders were produced using a T61 filter at 140 Rpm rotation resulting in a weight of 1.66 grams and in the T48 filter at 135 Rpm rotation yielding a weight of 1.48 grams. Little aluminum powder is produced using a T61 filter on 126 rpm, producing a weight of 1.04 grams and the T48 filter on a 140 Rpm rotation produces a weight of 1.20 grams.*

*Keywords : ball mill, round, aluminum*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran 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 “Evaluasi Stabilitas Bendung Pada Daerah Irigasi Namu Sira-Sira Kecamatan Sei Bingai Kabupaten Langkat” 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. Kedua orang tua tercinta, Adi dan Nurhamimah Siregar yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Sarjana ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr.Ade Faisal, S.T., M.sc, selaku wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T Dosen Pembimbing I Tugas Sarjana ini dan selaku wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Bekti Suroso. S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberi saran dan bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.
6. Bapak M. Yani, S.T., M.T. selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengetahuannya sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.

7. Bapak H. Muharnif M, S.T., M.Sc. selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengetahuannya sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
8. Bapak Affandi, S.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
10. Kedua kakak saya Rita Misna Wati, AMd dan Ayu Juli Anti, S.Pd yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasihatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku adik yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Sarjana ini
11. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin khususnya kelas A1 Pagi dan semua mahasiswa Teknik Mesin stanbuk 2014 yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan yang bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Sarjana ini.
12. Seluruh adik - adik kos 25 yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam penulisan Tugas Sarjana ini.

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 sipil/Mesin/Elektro.

Medan, 05 Maret 2019



Juneidi Syahputra

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR SURAT PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	1
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.4.1. Tujuan Umum	2
1.4.2. Tujuan Khusus	2
1.5. Manfaat penelitian	2
1.6. Sistematika Penulisan	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. <i>Metallurgy Powder</i>	4
2.2. <i>Mesin Ball Mill</i>	6
2.3. Aluminium	6
2.3.1. Sumber Aluminium	7
2.3.2. Komposisi Khas Aluminium	7
2.3.3. Keunggulan Dari Aluminium	7
2.3.4. Proses Pembuatan Aluminium	9
2.3.5. Mikrostruktur aluminium	10
2.3.6. Sifat-sifat Aluminium	10
2.3.7. Sifat Fisik Aluminium	11
2.3.8. Sifat Mekanik Aluminium	12
2.3.9. Diagram Fhasa Aluminium	13
2.3.10. Aplikasi Aluminium Untuk Konstruksi atap	14
2.3.11. Karakteristik Aluminium	15
2.3.12. Sistem Penomoran Aluminium	15
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>18</b>
3.1. Tempat Dan Waktu	18
3.1.1. Tempat	18
3.1.2. Waktu	1
3.2. Alat Dan Bahan	18
3.2.1. Alat	18
3.2.2. Bahan	20

3.2.3. Spesifikasi Alat dan Bahan	21
3.3. Prosedur Pengujian	22
3.4. Pengamatan dan Tahap Pengujian	23
3.4.1. Pengamatan	23
3.4.2. Tahap Pegujian	23
3.5. Metode Pengumpulan Data	23
3.6. Metode Pengolahan Data	23
3.7. Pengambilan Data	23
3.8. Diagram Alir Penelitian	24
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>25</b>
4.1. Hasil	25
4.1.1. Hasil pengujian yang telah dilakukan setelah dilakukan menggiling material aluminium	25
4.2. Pembahasan	26
4.2.1. Hasil perbandingan pengujian serbuk aluminium yang telah disaring	26
4.2.2. Hasil material aluminim sesudah digiling dengan putaran 126 Rpm	27
4.2.3. Hasil material aluminim sesudah digiling dengan putaran 135 Rpm	28
4.2.4. Hasil material aluminim sesudah digiling dengan putaran 140 Rpm	29
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>30</b>
5.1. Kesimpulan	30
5.2. Saran	30
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.Komposisi khas paduan aluminium	7
Tabel 2.2.Sifat fisik aluminium	11
Tabel 2.3.Sistem penomoran aluminium	15
Tabel 3.1.Jadwal penelitian dan pengujian mesin bola penghancur ( <i>ball mill</i> )	18
Tabel 3.2.Spesifikasi mesin ball mill	21
Tabel 3.3.Komposisi karakteristik aluminium	21
Tabel 4.1.Nilai hasil penggilingan material aluminium setelah dilakukan Disaring dengan kain sablon ukuran T61 dan T48	25

## DAFTAR GAMBAR

	<b>HAL</b>
Gambar 2.1 Proses Bayer	9
Gambar 2.2 Struktur mikro dari aluminium murni	10
Gambar 2.3 Struktur mikro dari paduan aluminium silikon	10
Gambar 2.4 Diagram Fasa Al-Mn	13
Gambar 3.1 Mesin Ball Mill	19
Gambar 3.2 Bola Baja Berukuran 30 mm	19
Gambar 3.3 Timbangan Digital	19
Gambar 3.4 Saringan	20
Gambar 3.5 Aluminium	20
Gambar 3.6 Saringan T61 dan T48	22
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 4.1 Grafik Putaran Mesin Dengan Hasil Ukuran Serbuk Yang Telah Disaring	26
Gambar 4.2 Hasil Berat Material Aluminium Yang Sudah di Timbang Rpm 126	27
Gambar 4.3 Hasil Berat Material Aluminium Yang Sudah di Timbang Rpm 135	28
Gambar 4.4 Hasil Berat Material Aluminium Yang Sudah di Timbang Rpm 140	29

## DAFTAR NOTASI

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
Rpm	revolution per menit	-
Cu	tembaga	-
Si	silikon	-
Mg	magnesium	-
Ti	talium	-
Mn	mangan	-
Cr	krom	-
Al	aluminium	-
Zn	seng	-
ASM	<i>american society for metals</i>	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	aluminium oksida	-
Al(OH) <sub>3</sub>	aluminium hidroksida	-
H <sub>2</sub> O	molekul air	-
NaAlF <sub>6</sub>	senyawa kliolit	-
MPA	<i>master of public administration</i>	kg/cm <sup>2</sup>
K	kelvin	-
°C	<i>celcius</i>	-
°F	<i>fahrenheit</i>	-
Gpa	giga pascal	-
Cm	centimeter	-
M	meter	-

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi mesin yang maju dan memudahkan manusia untuk mengerjakan sesuatu menjadi lebih mudah. Untuk pengolahan sisa – sisa tatal aluminium yang berukuran kecil membutuhkan suatu mesin agar pengerjaan semakin mudah dan efisien yaitu dengan mesin *ball mill*. Cara pengerjaan mesin *ball mill* adalah menghancurkan sisa-sisa tatal aluminium yang berukuran kecil dengan cara menggilingnya bersama media grinding (bola baja). Tatal aluminium yang berukuran kecil di masukan ke dalam mesin *ball mill* yang dimana tabungnya berisi bola bola baja kemudian di giling sehingga menjadi serbuk serbuk aluminium.

Metode *ball mill* ini berperinsip pada penghancuran bahan menggunakan sejumlah bola baja dalam sebuah tabung horizontal yang berputar sehingga bola-bola baja akan terangkat pada sisi tabung kemudian jatuh ke bahan yang ditumbuk dan menyebabkan bahan yang digunakan akan menjadi serbuk-serbuk halus. Dalam hal ini pengaruh putaran motor merupakan salah satu faktor penting yang terjadi terhadap serbuk serbuk yang dihasilkan. Dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh putaran motor yang terjadi terhadap kualitas penggilingan material aluminium.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah bagaimana untuk mengetahui kecepatan putaran motor terhadap penggilingan material aluminium dengan mesin bola penghancur ( *ball mill* )

### 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penulisan tugas sarjana ini yaitu :

1. Menganalisa pengaruh putaran motor yang terjadi pada kecepatan putaran 126 Rpm.
2. Menganalisa pengaruh putaran motor yang terjadi pada kecepatan putaran 135 Rpm.

3. Menganalisa pengaruh putaran motor yang terjadi pada kecepatan putaran 140 Rpm.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan judul tugas sarjana“ Pengaruh putaran motor terhadap penggilingan material aluminium dengan menggunakan mesin bola penghancur ( *ball mill* )”

##### 1.4.1. Tujuan Umum

Untuk menganalisa pengaruh putaran motor terhadap penggilingan material aluminium dengan menggunakan mesin bola penghancur ( *ball mill* ).

##### 1.4.2. Tujuan Khusus

1. Untuk menganalisa pengaruh putaran motor yang terjadi ketika melakukan pengujian dengan bahan material serbuk serbuk aluminium dengan proses mesin bola penghancur ( *ball mill* ).
2. Untuk menganalisa hasil pengaruh kecepatan putaran motor yang terjadi ketika melakukan pengujian dengan bahan material aluminium dengan proses mesin bola penghancur ( *ball mill* ).

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini yaitu :

1. Manfaatnya untuk mengetahui apakah serbuk serbuk aluminium sudah layak digunakan untuk bahan metalurgi serbuk.
2. Manfaat bagi mahasiswa adalah sebagai referensi untuk membuat tugas sarjana yang berhubungan dengan pengaruh kecepatan putaran motor terhadap penggilingan dengan bahan material lain.
3. Dapat dijadikan topik penulisan untuk menambah informasi, sekaligus dapat dijadikan sebagai salah satu bahan bagi penulisan ilmiah terkait.
4. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan menambah pengetahuan dan pengalaman penulis agar dapat mengembangkan ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara program studi Teknik Mesin.

#### 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

**BAB 1           PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan perencanaan yang meliputi tujuan umum dan khusus, manfaat penelitian dan sistematik penulisan.

**BAB 2           TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab penulis menjelaskan tentang teori yang digunakan seperti karakteristik, gambar berupa skema perencanaan komponen utama.

**BAB 3           METODE PENELITIAN**

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang tempat dan waktu percobaan, material yang diuji, bentuk tiap komponen utama.

**BAB 4           HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang berisi tentang spesifikasi fatik dan menguraikan hasil pengujian dan perhitungan.

**BAB 5           KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian.

**DAFTAR PUSTAKA**

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### *2.1. Metallurgy powder*

Teknologi metalurgi serbuk (*Powder Metallurgy*) adalah suatu teknologi pengerjaan logam yang telah banyak digunakan dan dikembangkan di dalam dunia manufaktur saat ini, baik untuk membuat komponen – komponen dari bahan ferro maupun non ferro. Metode pembuatan serbuk logam ini antara lain dengan reaksi kimia, fabrikasi mekanik dan metode atomisasi. Penggunaan metalurgi serbuk untuk logam banyak diaplikasikan pada pembuatan komponen untuk produksi misal guna menghemat biaya produksi. Pembuatan roda gigi, cutting tools, dan komponen yang rumit dapat diatasi dengan metode metalurgi serbuk tanpa harus melalui proses finishing.

Secara umum proses dalam metalurgi serbuk yaitu, sejumlah serbuk dari bahan murni atau bahan paduan dipadatkan didalam cetakan, kemudian disinter atau dipanaskan di dalam tungku (*furnace*) pada temperatur tertentu hingga terjadi ikatan antar partikel serbuk tersebut. Beberapa keuntungan dari teknologi metalurgi serbuk yaitu menghilangkan atau meminimalisasi proses permesinan, tidak ada material yang terbuang, ketelitian dan kehalusan permukaan tinggi, kekuatan dan ketahanan aus meningkat, serta bentuk produk yang kompleks.

Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kualitas produk hasil proses metalurgi serbuk adalah karakteristik dari *raw* material, yaitu serbuk. Karakteristik serbuk meliputi ukuran partikel, bentuk partikel, luas permukaan partikel, gesekan antar partikel. Sifat dan karakteristik serbuk sangat ditentukan oleh metode pembuatan serbuk tersebut. (German, 1994)

Metode atomisasi masih terus mengalami perkembangan untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas serbuk yang dihasilkan. Teknik penggunaan sumber energi yang lain memungkinkan ditemukannya metode – metode atomisasi baru, diantaranya metode Water Atomisasi, Rotating disk atomisasi, closed coupled atomisasi (Lagutkin dkk, 2004), Hybrid Atomisasi (Minagawa dkk, 2005) serta Gas atomisasi las oksasi-asetilen (Ridlwan, 2005).

Salah satu metode atomisasi yang murah proses pembuatannya dengan cara gas atomisasi las oksasi asetilen, namun efisiensi dari proses ini relatif masih

rendah yaitu rata-rata 4,12% dengan laju produksinya rata-rata 0,0628 gram/menit (Ridlwani, 2005) .

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penelitian tentang rekayasa proses hibrid atomisasi merupakan kajian yang sangat menarik untuk diteliti lebih lanjut guna meningkatkan efisiensi hasil produksinya.

Metalurgi serbuk adalah metode yang terus dikembangkan dari proses manufaktur yang dapat mencapai bentuk komponen akhir dengan mencampurkan serbuk secara bersamaan dan dikompaksi dalam cetakan, dan selanjutnya disinter di dalam furnace (tungku pemanas). Langkah-langkah yang harus dilalui dalam metalurgi serbuk, antara lain:

1. Preparasi material
  2. Pencampuran (mixing)
  3. Penekanan (kompaksi)
  4. Pemanasan (sintering)
1. Proses pemanasan yang dilakukan harus berada di bawah titik leleh serbuk material yang digunakan.
  2. Setiap proses dalam pembuatan metalurgi serbuk sangat mempengaruhi kualitas akhir produk yang dihasilkan.
  3. Material komposit yang dihasilkan dari proses metalurgi serbuk adalah komposit isotropik, yaitu komposit yang mempunyai penguat (filler) dalam klasifikasi partikulet.
  4. Keuntungan proses metalurgi serbuk, antara lain:
    1. Mampu melakukan kontrol kualitas dan kuantitas material.
    2. Mempunyai presisi yang tinggi.
    3. Selama pemrosesan menggunakan suhu yang rendah.
    4. Kecepatan produk tinggi.
    5. Sangat ekonomis karena tidak ada material yang terbuang selama pemrosesan.
  5. Keterbatasan metalurgi serbuk, antara lain:
    1. Biaya pembuatan yang mahal dan terkadang serbuk sulit penyimpanannya.

2. Dimensi yang sulit tidak memungkinkan, karena selama penekanan serbuk logam tidak mampu mengalir ke ruang cetakan.
3. Sulit untuk mendapatkan kepadatan yang merata.

## 2.2. Mesin *Ball mill*

Mesin *ball mill* adalah jenis penggiling digunakan untuk menggiling dan berbau banyak bahan menjadi bubuk halus. Telah digunakan untuk memproduksi bahan baris nano kristal. Sampai saat ini telah diperoleh oleh bola penggilingan untuk fcc, bcc dan hcp. Ada dua cara penggilingan: pertama dengan cara kering dan yang kedua adalah cara basah.

Apabila mesin *ball mill* beroperasi di atas putaran tidak normal yang berarti bahwa gaya sentrifugal lebih besar dari gaya gravitasi, bola-bola penggiling akan menempel pada dinding dan tidak menjatuhkan bahan yang digiling dan bola-bola tersebut berputar bersama mesin *ball mill*. Dalam hal ini tumbukan yang terjadi kecil sekali dan penggilingan tentu saja tidak efisien. Apabila mesin *ball mill* berputar jauh di bawah putaran kritisnya maka gerakan bola sangat terbatas dan frekuensi tumbukan hanya sedikit dan penggilingan juga tidak efisien.

## 2.3. Aluminium

Aluminium adalah logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik. Penggunaan aluminium di dunia permesinan dan industri untuk menunjang proses fabrikasi telah banyak diterapkan oleh berbagai perusahaan material. Aluminium digunakan dalam bidang yang luas, bukan hanya untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut dan konstruksi-konstruksi yang lain. Untuk mendapatkan peningkatan kekuatan mekanik, biasanya logam aluminium dipadukan dengan unsur Cu, Si, Mg, Ti, Mn, Cr, Ni, dan sebagainya.

Logam campuran ini mengandung aluminium yang digabung dengan magnesium dan silikon sebagai komponen logam campuran utama. Unsur lain: besi, tembaga, mangan, kromium, seng, titanium, logam campuran ini memiliki property mekanis yang baik dan mudah ditempa. Aluminium ini adalah logam campuran aluminium yang banyak digunakan, contohnya pada struktur pesawat khususnya sayap dan badan pesawat, khususnya pesawat buatan sendiri bukan komersil apalagi militer, kapal yacht, rangka sepeda dan komponen-

komponennya, suku cadang kendaraan bermotor, kaleng aluminium untuk minuman dan makanan. Aluminium dari sekian banyak logam yang potensial, Komposit Matrik Logam (MMCs) paduan aluminium (tersusun atas Al, Mg, Si, Cr, Cu) telah menjadi obyek dari banyak riset, terutama oleh keringannya, murah dan kemudahan untuk difabrikasi.

### 2.3.1. Sumber Aluminium

Aluminium sebagai logam yang bernilai komersial didapatkan dari hasil ekstraksi metalurgi. Bahan dasar pembuatan aluminium adalah bauksit (biji Aluminium) yang kemudian di ubah menjadi Alumina. Alumina inilah yang akan dielektrolisa membentuk Aluminium ingot. Biji aluminium biasanya berupa senyawa oksida berupa bayerit, gibbsite atau hidrargilat, diaspor, bohmit. Aluminium merupakan unsur yang sangat reaktif sehingga mudah teroksidasi. Karena sifat kereaktifannya maka aluminium ini tidak ditemukan di alam dalam bentuk unsur melainkan dalam bentuk senyawa baik dalam bentuk oksida Alumina maupun Silikon.

### 2.3.2. Komposisi Khas Paduan Aluminium

Adapun komposisi khas paduan dari aluminium dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 2.1. Komposisi khas paduan aluminium

Komponen Aluminium	Jumlah Keseimbangan
Magnesium	0,8-1,2
<i>Silicon</i>	0,4-0,8
Zat Besi	Max. 0,7
Tembaga	0,15-0,40
Seng	Max. 0,25
Titanium	Max. 0,15
Mangan	Max. 0,15
<i>Khrom</i>	0,04-0,35
Lainnya	0,05

Sumber: [www.azom.com/artikel.aspt?artikelid:3328](http://www.azom.com/artikel.aspt?artikelid:3328)

### 2.3.3. Keunggulan Dari Aluminium

Aluminium mempunyai Sifat yang lebih unggul bila dibandingkan dengan logam-logam lainnya, Adapun sifat-sifat dari pada aluminium adalah sebagai berikut:

### 1. Ringan

Massa jenis aluminium pada suhu kamar ( $29^{\circ}\text{C}$ ) sekitar  $2,7 \text{ gr/cm}^3$ .

### 2. Kuat

Aluminium memiliki daya renggang  $8 \text{ kg/mm}^3$ , tetapi daya ini dapat berubah menjadi lebih kuat dua kali lipat apabila aluminium tersebut dikenakan proses pencairan atau rolling. Aluminium juga menjadi lebih kuat dengan ditambahkan unsur-unsur lain seperti Mg, Zn, Mn, Si.

### 3. Ketahanan terhadap korosi

Aluminium mengalami korosi dengan membentuk lapisan oksida yang tipis dimana sangat keras dan pada lapisan ini dapat mencegah karat pada aluminium yang berada di bawahnya. Dengan demikian logam aluminium adalah logam yang mempunyai daya tahan korosi yang lebih baik dibandingkan dengan besi dan baja lainnya.

### 4. Daya hantar listrik yang baik

Aluminium adalah logam yang paling ekonomis sebagai penghantar listrik karena massa jenisnya dari massa jenis tembaga, dimana kapasitas arus dari aluminium kira-kira dua kali lipat dari kapasitas arus pada tembaga.

### 5. Toksifitas

Aluminium adalah logam yang tidak beracun dan tidak berbau.

### 6. Kemudahan dalam proses

Aluminium mempunyai sifat yang baik untuk proses mekanik dari kemampuan perpanjangannya, hal ini dapat dilihat dari proses penuangan, pemotongan, pembengkokan, ekstrusi dan penempaan aluminium.

### 7. Sifat dapat dipakai kembali

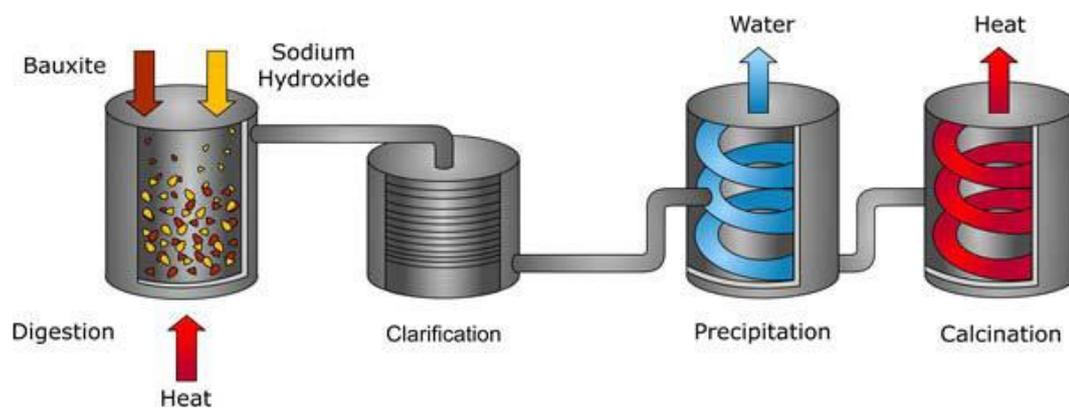
Aluminium mempunyai titik lebur yang rendah, oleh karena itu kita dapat memperoleh kembali logam aluminium dari scrap. Aluminium juga mempunyai sifat kimia dan fisika yang khas, sifat ini membedakan aluminium dari logam-logam lain.

Aluminium tahan terhadap korosi karena fenomena pasivasi. Pasivasi adalah pembentukan lapisan pelindung akibat reaksi logam terhadap komponen

udara sehingga lapisan tersebut melindungi lapisan dalam logam dari korosi. Selama 50 tahun terakhir, aluminium ini telah menjadi logam yang luas penggunaannya setelah baja.

#### 2.3.4. Proses Pembuatan Aluminium

Aluminium adalah logam yang sangat reaktif yang membentuk ikatan kimia berenergi tinggi dengan oksigen. Dibandingkan dengan logam lain, proses ekstraksi aluminium dari batuan memerlukan energi yang tinggi untuk mereduksi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Proses reduksi ini tidak semudah mereduksi besi dengan menggunakan batu bara, karena aluminium merupakan reduktor yang lebih kuat dari karbon. Proses produksi aluminium dimulai dari pengambilan bahan tambang yang mengandung aluminium (bauxite, corundum, gibbsite, boehmite, diaspor, dan sebagainya). Selanjutnya, bahan tambang dibawa menuju proses baayer yang ditampilkan seperti gambar 2.1



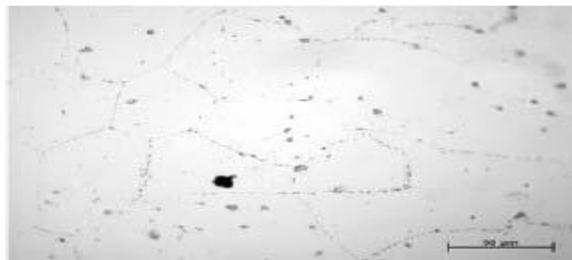
Gambar 2.1. Proses Bayer(ASM Handbook)

Proses bayer menghasilkan alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dengan membasuh bahan tambang yang mengandung aluminium dengan larutan natrium hidroksida pada temperatur ( $175^\circ\text{C}$ ) sehingga menghasilkan aluminium hidroksida,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Aluminium hidroksida lalu dipanaskan pada suhu sedikit diatas  $1000^\circ\text{C}$  sehingga terbentuk alumina dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang menjadi uap air. Setelah alumina dihasilkan, alumina dibawa ke proses Hall-Heroult. Proses Hall-Heroult dimulai dengan melarutkan alumina dengan lelehan  $\text{NaAlF}_6$ , atau yang biasa disebut cryolite. Larutan lalu dielektrolisis dan akan mengakibatkan aluminium cair menempel pada anoda, sementara oksigen dari alumina akan teroksidasi bersama anoda yang terbuat dari karbon, membentuk karbon dioksida. Aluminium cair memiliki massa

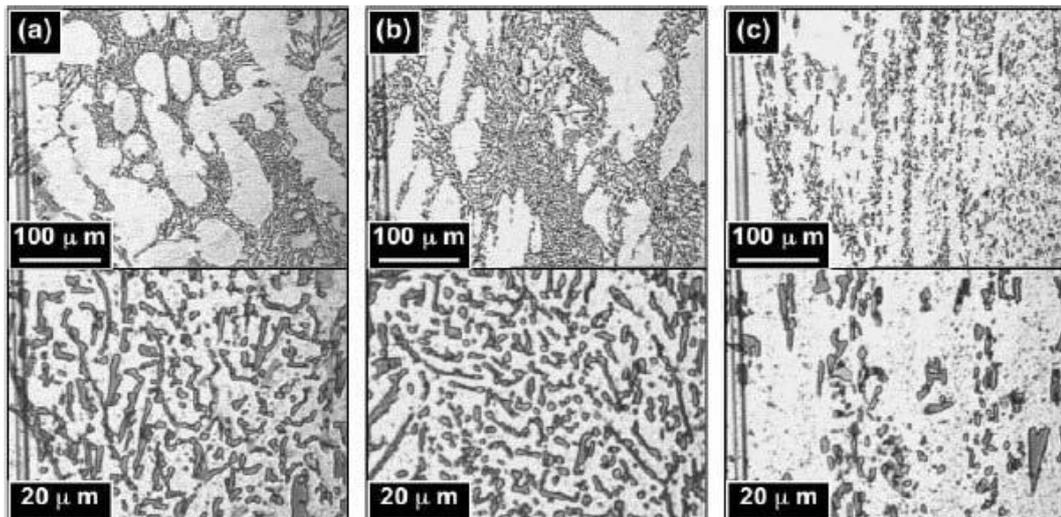
jenis yang lebih ringan dari pada larutan alumina, sehingga pemisahan dapat dilakukan dengan mudah.

### 2.3.5. Mikrostruktur Aluminium

Gambar 2.2 memperlihatkan struktur micro aluminium murni. Gambar 2.3 struktur micro dari paduan aluminium-silikon. Gambar (a) merupakan paduan Al-Si tanpa perlakuan khusus. Gambar (b) merupakan paduan Al-Si dengan perlakuan termal. Gambar (c) adalah paduan Al-Si dengan perlakuan termal dan penempaan. Perhatikan bahwa semakin ke kanan, struktur mikro semakin baik.



Gambar 2.2 Struktur mikro dari aluminium murni(Tata, 2005)



Gambar 2.3 Struktur mikro dari paduan aluminium-Silikon

### 2.3.6. Sifat-Sifat Aluminium

Sifat teknik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan

oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida dipermukaan logam aluminium segera setelah logam terpapar oleh udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium.

### 2.3.7. Sifat Fisik Aluminium

Sifat fisik dari dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2 Sifat fisik aluminium

Nama, Simbol, dan Nomor	Aluminium
Sifat	Fisik
Wujud	Padat
Massa jenis	2,70 gram/cm <sup>3</sup>
Massa jenis pada wujud cair	2,375 gram/cm <sup>3</sup>
Titik lebur	933,47 K, 660,32 °C, 4566 °F
Titik didih	2792 K, 2519 °F
Kalor jenis ( 25 °C )	24,2 J/mol K
Resistansi listrik ( 20 °C )	28,2 nΩ m
Konduktivitas termal ( 300 K )	237 W/m K
Pemuaian termal ( 25 °C )	23.1µm/m K
Modulus Young	70 Gpa
Modulus geser	26 Gpa
Poisson rasio	0,35
Kekerasan skala Mohs	2,75
Kekerasan skala Vickers	167 Mpa
Kekerasan skala Brinnel	245 Mpa

Sumber: (Tata, 2005)

### 2.3.8. Sifat Mekanik Aluminium

Adapun sifat-sifat mekanik dari aluminium adalah sebagai berikut:

#### 1. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah besar tegangan yang didapatkan ketika dilakukan pengujian tarik. Kekuatan tarik ditunjukkan oleh nilai tertinggi dari tegangan pada kurva tegangan-regangan hasil pengujian, dan biasanya terjadi ketika terjadinya necking. Kekuatan tarik bukan lah ukuran kekuatan yang sebenarnya dapat terjadi dilapangan, namun dapat dijadikan sebagai suatu acuan terhadap kekuatan bahan.

Kekuatan tarik pada aluminium murni pada berbagai perlakuan umumnya sangat rendah, yaitu sekitar 90 MPa, sehingga untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan tarik yang tinggi, aluminium perlu dipadukan. Dengan dipadukan dengan logam yang lain, ditambah dengan berbagai perlakuan termal, aluminium paduan akan memiliki kekuatan tarik hingga 600 MPa (Paduan 7075).

#### 2. Kekerasan

Kekerasan gabungan dari berbagai sifat yang terdapat dalam suatu bahan yang mencegah terjadinya suatu deformasi terhadap bahan tersebut ketika diaplikasikan suatu gaya. Kekerasan suatu bahan dipengaruhi oleh elastisitas, plastisitas, viskoelastisitas, kekuatan tarik, ductility, dan sebagainya. Kekerasan dapat diuji dan diukur dengan berbagai metode. Yang paling umum adalah metode Brinell, Vickers, Mohs, dan Rocwell.

Kekerasan bahan aluminium murni sangat lah kecil, yaitu sekitar 20 skala Brinell, sehingga dengan sedikit gaya saja dapat mengubah bentuk logam. Untuk kebutuhan aplikasi yang membutuhkan kekerasan, aluminium perlu dipadukan dengan logam lain dan atau diberi perlakuan termal atau fisik. Aluminium dengan 4,4% Cu dan diperlakukan *quenching*, lalu disimpan pada temperatur tinggi dapat memiliki tingkat kekerasan Brinell sebesar 160.

#### 3. *Ductility* (kelenturan)

*Ductility* didefinisikan sebagai sifat mekanis dari suatu bahan untuk menerangkan seberapa jauh bahan dapat diubah bentuknya secara plastis tanpa terjadinya retakan. Dalam suatu pengujian tarik, ductility ditunjukkan dengan

bentuk neckingnya; material dengan ductility yang tinggi akan mengalami necking yang sangat sempit, sedangkan bahan yang memiliki ductility rendah, hampir tidak mengalami necking. Sedangkan dalam hasil pengujian tarik, ductility diukur dengan skala yang disebut elongasi. Elongasi adalah seberapa besar pertambahan panjang suatu bahan ketika dilakukan uji kekuatan tarik. Elongasi ditulis dalam persentase pertambahan panjang per panjang awal bahan yang diujikan.

#### 4. *Recyclability* (daya untuk didaur ulang)

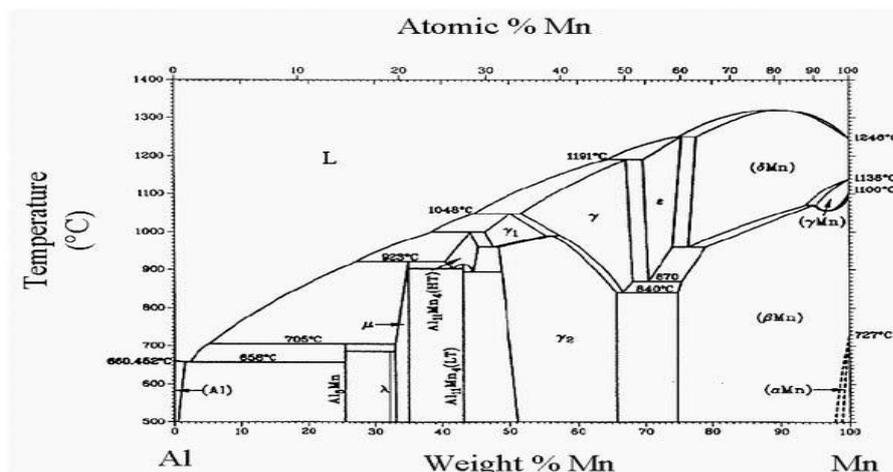
Aluminium adalah 100% bahan yang dapat didaur ulang tanpa penurunan dari kualitas awalnya, peleburannya memerlukan sedikit energi, hanya sekitar 5% dari energi yang diperlukan untuk memproduksi logam utama yang pada awalnya diperlukan dalam proses daur ulang.

#### 5. *Reflectivity* (daya pemantulan)

Aluminium adalah reflector yang baik dari cahaya serta panas, dan dengan bobot yang ringan, membuatnya ideal untuk bahan reflektor misalnya atap.

### 2.3.9. Diagram fasa aluminium

Suhu rekristalisasi pada paduan Al-Mn adalah 600 °C. Struktur kristal logam akan rusak pada titik cairnya, sehingga perlakuan panas dilakukan dibawah suhu rekristalisasi bahan. Diagram fasa Al-Mn seperti yang di perlihatkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Diagram fasa Al-Mn

Penambahan mangan pada paduan akan berefek pada sifat dapat perlakuan pengerasan (*work-hardening*) pada aluminium paduan, sehingga didapatkan logam paduan dengan kekuatan tarik tinggi namun tidak terlalu rapuh. Penambahan mangan juga akan berefek pada meningkatnya suhu rekristalisasi dari paduan.

#### 2.3.10. Aplikasi Aluminium Untuk Konstruksi Atap

Atap adalah bagian dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai penutup seluruh ruangan yang ada dibawahnya terhadap pengaruh panas, hujan, angin, debu atau untuk keperluan perlindungan.

Syarat-syarat atap yang harus dipenuhi antara lain:

1. Konstruksi atap harus kuat menahan beratnya sendiri dan terhadap tekanan maupun tiupan angin
2. Pemilihan bentuk atap yang akan dipakai hendaknya sedemikian rupa, sehingga menambah keindahan serta kenyamanan bertempat tinggal bagi penghuninya
3. Agar rangka atap tidak mudah diserang oleh rayap/bubuk, perlu diberi lapisan pengawet
4. Bahan penutup atap harus tahan terhadap pengaruh cuaca
5. Kemiringan atau sudut lereng atap harus disesuaikan dengan jenis bahan penutupnya maka kemiringannya dibuat lebih landai
6. Tahan panas dan tahan api

Aluminium adalah bahan yang belakangan dipilih untuk digunakan sebagai material dari pembuatan atap. Keunggulan utamanya adalah massanya yang ringan dengan kekuatan menengah dan daya tahan terhadap korosi serta kemampuannya untuk merefleksikan kembali sinar matahari. Di Indonesia klasifikasi penggunaan aluminium sebagai atap terdapat dalam SNI 03-2583-1989 aluminium lembaran bergelombang untuk atap dan dinding.

### 2.3.11. Karakteristik Aluminium

Sifat-sifat dari aluminium yaitu ringan, tahan korosi, penghantar panas dan listrik yang baik. Walaupun kekuatannya rendah tetapi perbandingan kekuatan terhadap beratnya masih lebih tinggi dari pada baja, sehingga banyak digunakan pada konstruksi yang menurut sifat ringan seperti alat-alat transport terutama pesawat terbang.

Sifat tahan korosi pada aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan *oksida* aluminium pada permukaan aluminium. Lapisan *oksida* ini melekat pada permukaan dengan kuat dan rapat. Serta sangat stabil (tidak bereaksi dengan lingkungannya) sehingga melindungi bagian yang lebih dalam. Adanya lapisan *oksida* ini disatu sisi menyebabkan tahan korosi tetapi dilain sisi menyebabkan aluminium menjadi sukar dilas dan disolder.

Aluminium komersial selalu mengandung beberapa *impurity* (0,8%), biasanya berupa besi, silikon, tembaga dan lain-lain. Adanya *impurity* ini bisa menurunkan, sifat hantar listrik dan sifat tahan korosi (walaupun tidak begitu besar) tetapi juga akan menaikkan kekuatannya hampir dua kali lipat dari aluminium murni.

### 2.3.12. Sistem Penomoran Aluminium

Aluminium komersial murni, pada aluminium mampu tempa dan aluminium cor. Asosiasi aluminium membuat sistem 4 angka untuk mengidentifikasi aluminium. Dibawah ini adalah table 2.3. Yang dibuat Asosiasi Aluminium untuk mengidentifikasi aluminium ini.

Tab 2.3 Sistem Penomoran Aluminium

Sandar AA	Standar Alcao Terdahulu	Keterangan
1001	1S	Al murni 99,5% atau di atasnya
1100	2S	Al murni 99,0% atau di atasnya
2010-2029	10S-29S	Cu merupakan unsur paduan utama
3003-3009	3S-9S	Mn merupakan unsur paduan utama

4030-4039	30S-39S	Si merupakan unsur paduan utama
5050-5086	50S-69S	Mg merupakan unsur paduan utama
6061-6069		Mg <sub>2</sub> Si merupakan unsur utama
7070-7079	70S-79S	Zn merupakan unsur utama

Sumber: *Ir. Tata Surdia M.S. Met. E Dan Prof. Dr. Kenji Chijawa (1980-1982)*

Sistem ini menunjukkan nomor indeks dari paduan aluminium termasuk seperti paduan 99 % aluminium murni, coper, mangan, silicon magnesium. Sistem ini tidak menunjukkan nomor yang lebih terinci. Angka pertama selalu menunjukkan paduan terbesar dari elemen aluminium. Angka kedua, mempunyai b atas 0 sampai 9, angka nol menunjukkan tidak ada control khusus yang terkandung dalam paduan aluminium. Angka 1 sampai 9 menunjukkan control khusus pada pembuatan aluminium. Angka setelah angka kedua menunjukkan kuantitas minimum dari unsure lain yang tidak dalam control.

Sebagai contoh aluminium dengan nomor seri 1075. Ini berarti aluminium mempunyai 99,5% yang terkontrol atau aluminium murni. Sedangkan 0,25% paduan tanpa kontrol. Nomor 1180 diidentifikasi sebagai paduan dimana 99,80% aluminium murni dengan 0,20 sebagai macam campuran tambahan.

Pada seri 2010 sampai 7079 setelah angka kedua tidak mempunyai arti khusus hanya menunjukkan pabrikasi. Angka ke tiga dan terakhir memperlihatkan berapa paduan yang terkandung pada saat proses pembuatan. Sebagai contoh aluminium seri 3003 adalah aluminium mangan alloy yang mengandung sekitar 1,2% mangan dan minimum 90% aluminium. Contoh lain misalkan 6151 aluminium, adalah paduan aluminium dengan silikon-magnesium-chromium. Disini angka 6 menunjukkan bahwa paduan adalah magnesium silikon, dan angka 151 sebagai identitas paduan khusus dan persentase dari paduan. Jika angka 1 pada digit ke dua menunjukkan bahwa paduan itu adalah chromium dan kandungannya adalah 0,4%. Berarti paduan itu adalah 99,51% terdiri dari aluminium magnesium dan silikon.

Aluminium yang tidak dapat dilakukan perlakuan panas termasuk aluminium murni atau seri 1000; mangan atau seri 3000 dan magnesium atau seri 5000. Aluminium dapat di *heat-treatment* jika mengandung satu dari copper, magnesium, silikon ataupun zinc. Seri 4000 adalah seri silikon dari paduan aluminium yang sebagian besar dapat dilas dan untuk bahan pengisi pada proses pengelasan.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. Tempat dan Waktu

#### 3.1.1. Tempat

Tempat pengujian dilakukan di laboratorium proses produksi program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### 3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan uji coba dilakukan sejak tanggal usulan oleh pengolah Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3.1. Jadwal penelitian dan pengujian mesin bola penghancur (*ball mill*)

Nama Kegiatan	Bulan dan Tahun					
	Feb 2018	Apr 2018	Jul 2018	Des 2018	Jan 2019	feb 2019
Pengajuan judul	■					
Studi literature		■				
Penyiapan alat dan bahan			■			
Pengujian				■		
Penyelesaian skripsi				■		

### 3.2. Alat dan Bahan

#### 3.2.1. Alat

Alat yang dipakai dalam pengujian ini terdiri dari :

1. Mesin Bola Ball Mill



Gambar 3.1. Mesin Ball Mill

Berfungsi sebagai alat penghancur material aluminium dan mesin ball mill ini dibuat oleh kami sendiri di bengkel las di jl.Sutomo No.9 Medan.

2. Bola Baja Berukuran 30 mm



Gambar 3.2. Bola Baja Berukuran 30 mm

Berfungsi sebagai alat penghancur material aluminium dalam tabung.

3. Timbangan Digital



Gambar 3.3. Timbangan Digital

#### 4. Saringan



Gambar 3.4. Saringan

Berfungsi sebagai Untuk menyaring bram (tatal) aluminium yang telah dilakukan pengujian

#### 3.2.2. Bahan

Bahan yang menjadi objek pengujian ini adalah :

##### 1. Aluminium



Gambar 3.5. Aluminium

Berfungsi sebagai bahan material yang digunakan untuk dalam proses pengujian.

### 3.2.3. Spesifikasi Alat dan Bahan

#### 1. Mesin ball mill

Tabel 3.2. Spesifikasi Mesin Ball Mill

Tinggi x lebar	70 x 80 cm
Motor	3 phasa
Inventer	1 phasa
Kecepatan poros	200 – 1450 rpm

#### 2. Aluminium

Tabel 3.3. Komposisi karekteristik aluminium

Komponen	Jumlah
Aluminium	Keseimbangan
Magnesium	0,8-1,2
<i>Silicon</i>	0,4-0,8
Zat Besi	Max. 0,7
Tembaga	0,15-0,40
Seng	Max. 0.25
Titanium	Max. 0,15
Mangan	Max. 0,15
<i>Khrom</i>	0,04-0,35
Lainnya	0,05

Sumber: [www.azom.com/artikel.aspt?artikelid:3328](http://www.azom.com/artikel.aspt?artikelid:3328)

#### 3. Saringan ( Kain *Screen* )

Kain saringan ini memiliki beberapa jenis dan tipe, fungsinya untuk mengetahui banyaknya helai benang dalam hitungan persentimeter. Perhitungannya adalah jumlah benang setiap 1 cm. Contohnya : T 48 berarti ada 48 benang setiap 1 cm, yang dimaksud dengan kode “T” ( *Tick* ) adalah istilah yang biasanya dipakai di eropa.

##### a. Perbedaan ketebalan benang saringan ( kain *screen* )

Perbedaan lubang / pori-pori. *Tick* ( T ) bernomor rendah umumnya mempunyai lubang / pori-pori yang relatif besar atau kasar, sedangkan *Tick* ( T ) bernomor tinggi umunya mempunyai lubang / pori-pori yang relatif kecil atau halus. Dalam pengujian ini yang dipakai adalah saringan T 48 dan T 61, seperti pada gambar dibawah ini.

- T 48 berarti ada 48 benang setiap 1 cm jadi :

$$\text{Ukuran pori – pori T 48} = \frac{1}{48} = 0,021 \text{ cm}$$

$$1 \mu\text{m} = 10^{-6}$$

$$1 \text{ cm} = 10^{-2}$$

$$\text{jadi hasilnya : T 48} = 2,1 \times 10^{-4} = 0,0021$$

Dari saringan T 48 setiap 1 cm dapat menyaring  $210 \times 10^{-6} \text{ m}$

- T 61 berarti ada 61 benang setiap 1 cm jadi :

$$\text{Ukuran pori – pori T 61} = \frac{1}{61} = 0,0164 \text{ cm}$$

$$1 \mu\text{m} = 10^{-6}$$

$$1 \text{ cm} = 10^{-2}$$

$$\text{jadi hasilnya : T 61} = 1,64 \times 10^{-4} = 0,00164$$

Dari saringan T 61 setiap 1 cm dapat menyaring  $164 \times 10^{-4} \text{ m}$



Gambar 3.6. Saringan T61 dan T48

### 3.3. Prosedur Pengujian Alat Uji

Pada pengujian kinerja mesin ini digunakan alat mesin instrumentasi ball mill untuk mendapatkan nilai kecepatan putaran motor adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Memasukkan bahan aluminium yang udah disediakan kedalam tabung.
3. Menekan tombol ON untuk menghidupkan mesin ball mill.
4. Menekan tombol ran pada inventer.
5. Mengoperasikan mesin ball mill pada putaran 126 rpm.
6. Mengoperasikan mesin ball mill pada putaran 135 rpm.

7. Mengoperasikan mesin ball mill pada putaran 140 rpm.
8. Setelah mesin ball mill selesai melakukan percobaan kemudian klik tombol *stop/Rst* pada inverter.
9. Kemudian menekan tombol OFF pada inverter untuk mematikan mesin ball mill
10. Setelah mendapatkan semua hasil data pengujian, kemudian membersihkan mesin ball mill dan alat-alat yang digunakan.

#### 3.4. Pengamatan dan Tahap Pengujian

##### 3.4.1. Pengamatan

Pada penelitian yang akan diamati adalah :

1. Putaran 126
2. Putaran 135
3. Putaran 140

##### 3.4.2. Tahapan Pengujian

Pada tahapan ini yang menjadi acuan adalah putaran motor yang terjadi.

Kemudian dilakukan pengujian untuk mendapatkan data.

#### 3.5. Metode Pengumpulan Data

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian proses ball mill dengan penggunaan bahan uji aluminium yaitu :

4. Melakukan pengujian untuk pengambilan data pertama pada kecepatan 126 Rpm.
5. Melakukan pengujian untuk pengambilan data kedua pada kecepatan 135 Rpm.
6. Melakukan pengujian untuk pengambilan data kedua pada kecepatan 140 Rpm.

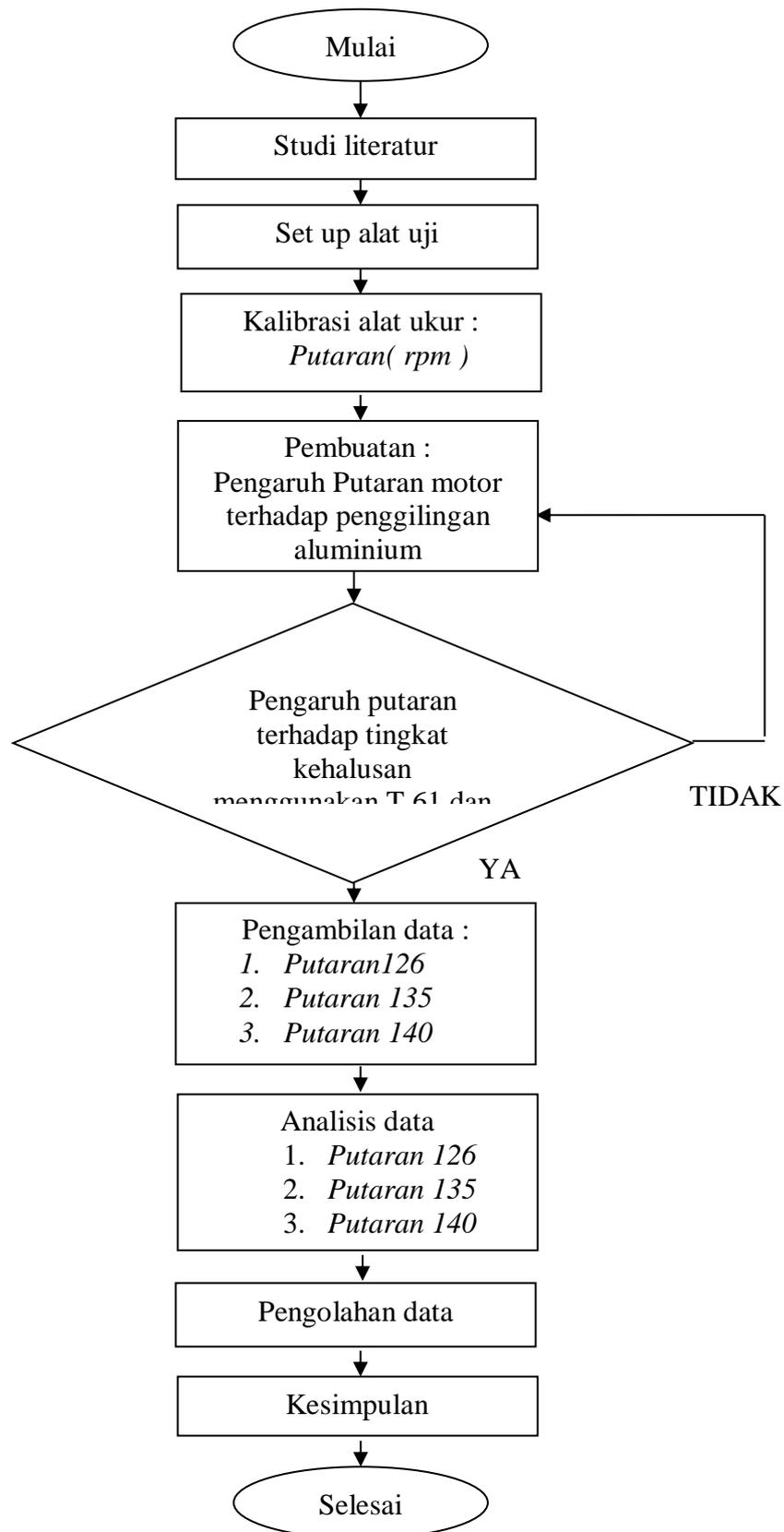
#### 3.6. Metode Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari data primer dan data skunder diolah kedalam rumus empiris, kemudian data perhitungan disajikan dalam bentuk tabulasi dan grafik.

#### 3.7. Pengambilan Data

Pengambilan data berupa Rpm. Kemudian mesin ball mill dioperasikan dari kecepatan putaran 126, kecepatan putaran 135, kecepatan putaran 140.

### 3.8. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil

Hasil penelitian diambil dari alat instrumentasi mesin ball mill. Parameter penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh putaran terhadap kualitas penggilingan material aluminium.

#### 4.1.1. Hasil Pengujian Yang Telah Dilakukan Setelah Dilakukan Menggiling Material Aluminium.

Seperti yang sudah dilakukannya pengujian mengenai pengaruh putaran terhadap kualitas penggilingan material aluminium dengan mesin ball mill maka didapatkan hasil tingkat kualitas berapa banyak serbuk serbuk aluminium yang di hasilkan setelah disaring dengan menggunakan saringan kain sablon ukuran T61 dan T48.

Tabel 4.1. Nilai hasil penggilingan material aluminium setelah dilakukan disaring dengan kain sablon ukuran T61 dan T48

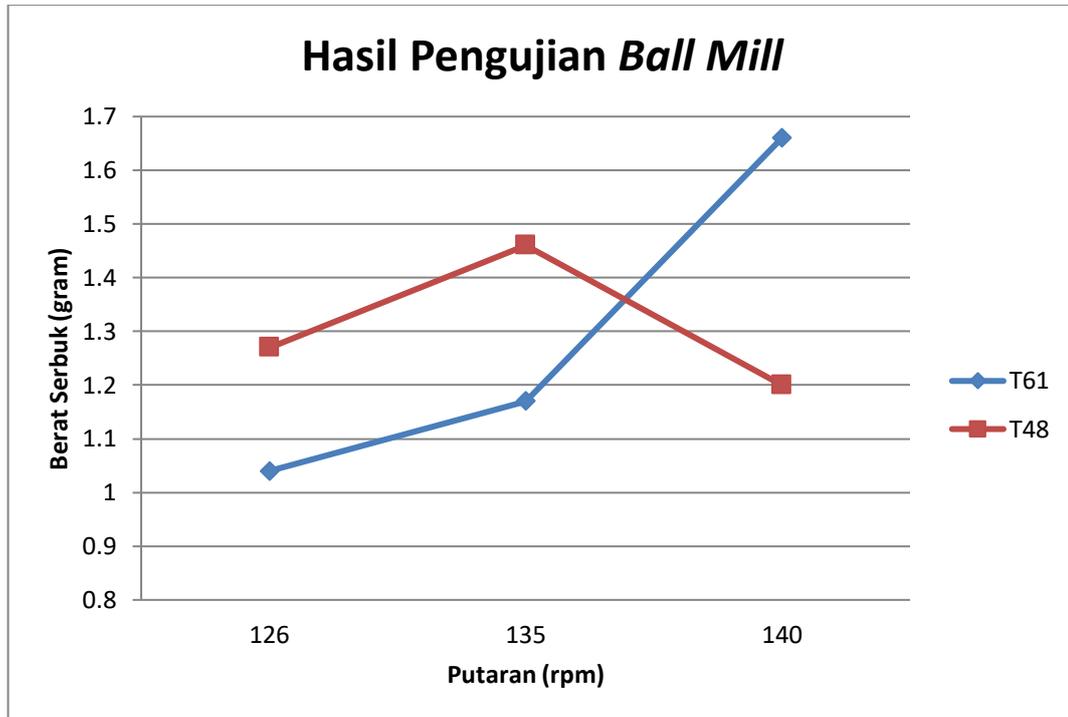
Putaran Mesin (Rpm)	Waktu (Jam)	Bahan (Gram)	Ukuran Bola (mm)	Saringan T61 (gram)	Saringan T48 (gram)
126	1	100 gram	30 mm	1,04 gram	1,27 gram
135	1	100 gram	30 mm	1,17 gram	1,46 gram
140	1	100 gram	30 mm	1,66 gram	1,20 gram

Pada tabel 4.1. seperti yang telah dilakukan pengujian pada mesin ball mill pada putaran mesin 126 rpm menghasilkan serbuk serbuk aluminium 1,04 gram dan 1,28 gram, pada kecepatan putaran 135 menghasilkan serbuk serbuk aluminium 1,17 gram dan 1,46 gram, pada putaran 140 menghasilkan serbuk serbuk aluminium 1,66 gram dan 1,20 gram setelah disaring dengan menggunakan kain sablon berukuran T61 dan T48 dengan waktu satu jam menggunakan ukuran bola 30 mm dan bahan yang digunakan material aluminium.

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Hasil Perbandingan Pengujian Serbuk Aluminium Yang Telah Disaring

Dari perbandingan masing masing ketiga percobaan yang telah dilakukan, dapatlah perbandingan penganalisaan pengaruh putaran terhadap kualitas penggilingan material aluminium dapat dilihat seperti gambar 4.1. dibawah ini.



Gambar 4.1. Grafik putaran mesin dengan hasil ukuran serbuk yang telah disaring dengan T61 dan T48

Seperti gambar 4.1 dari kecepatan 126 rpm dengan menggunakan material aluminium menghasilkan serbuk serbuk aluminium sebesar 1,04 gram dan 1,27 gram, kecepatan 135 rpm menghasilkan serbuk serbuk aluminium sebesar 1,17 gram dan 1,46 gram, dan dari kecepatan 140 rpm menghasilkan serbuk serbuk aluminium sebesar 1,66 gram dan 1,20 setelah disaring dengan menggunakan kain sablon berukuran T61 dan T48.

#### 4.2.2. Hasil Material Aluminium Sesudah Digiling Dengan Putaran 126 Rpm



Gambar 4.2. Hasil berat material aluminium yang sudah di timbang Rpm 126

Seperti pada gambar 4.2 yang di atas terdapatlah hasil mencari massa sesudah pengujian menggunakan bahan material aluminium dengan cara digiling dengan mengguakan mesin *ball mill*.

Tabel 4.2. Nilai Hasil Material Aluminium Sesudah Digiling Dengan Putaran 126 Rpm.

Putaran ( Rpm )	Material	Bahan ( gram )	Waktu (Jam)	Ukuran Bola (mm)	Saringan T61 (gram)	Saringan T48 (gram)
126	Aluminium	100	1	30	1,04	1,27

Pada tabel 4.2 berat awal aluminium 100 gram, dengan waktu 1 jam, menggunakan ukuran bola 30 mm, pada kecepatan putaran 126 Rpm berat massa yang dihasilkan setelah pengujian sebesar 74,97 gram yang tidak lolos ketika disaring dengan menggunakan saringan kain sablon berukuran T61 dan T48, 1,04 gram yang lolos ketika disaring menggunakan kain sablon berukuran T61 dan 1,27 gram yang lolos ketika disaring menggunakan kain sablon berukuran T48.

#### 4.2.3. Hasil Material Aluminium Sesudah Digiling Dengan Putaran 135 Rpm



Gambar 4.3. Hasil berat aluminium yang sudah ditimbang Rpm 135

Seperti pada gambar 4.3 yang diatas terdapat hasil mencari massa sesudah dilakukan pengujian material aluminium dengan cara digiling dengan menggunakan mesin *ball mill*.

Tabel 4.3. Nilai Hasil Material Aluminium Sesudah Digiling Dengan Putaran 135 Rpm

Putaran ( Rpm )	Material	Bahan ( gram )	Waktu (Jam)	Ukuran Bola (mm)	Saringan T61 (gram)	Saringan T48 (gram)
135	Aluminium	100	1	30	1,17	1,46

Pada tabel 4.3 berat awal aluminium 100 gram, dengan waktu 1 jam, menggunakan ukuran bola 30 mm, pada kecepatan putaran 135 Rpm berat massa yang dihasilkan setelah pengujian sebesar 94,11 gram yang tidak lolos ketika disaring dengan menggunakan saringan kain sablon berukuran T61 dan T48, 1,17 gram yang lolos ketika disaring menggunakan kain sablon berukuran T61 dan 1,46 gram yang lolos ketika disaring menggunakan kain sablon berukuran T48.

#### 4.2.4. Hasil Material Aluminium Sesudah Digiling Dengan Putaran 140 Rpm



Gambar 4.4. Hasil berat aluminium yang sudah ditimbang Rpm 140

Seperti pada gambar 4.4 yang diatas terdapat hasil mencari massa sesudah dilakukan pengujian material aluminium dengan cara digiling dengan menggunakan mesin *ball mill*.

Tabel 4.4. Nilai Hasil Material Aluminium Sesudah Digiling Dengan Putaran 140 Rpm

Putaran ( Rpm )	Material	Bahan ( gram )	Waktu (Jam)	Ukuran Bola (mm)	Saringan T61 (gram)	Saringan T48 (gram)
140	Aluminium	100	1	30	1,66	1,20

Pada tabel 4.4 berat awal aluminium 100 gram, dengan waktu 1 jam, menggunakan ukuran bola 30 mm, pada kecepatan putaran 140 Rpm berat massa yang dihasilkan setelah pengujian sebesar 97,85 gram yang tidak lolos ketika disaring dengan menggunakan saringan kain sablon berukuran T61 dan T48, 1,66 gram yang lolos ketika disaring menggunakan kain sablon berukuran T61 dan 1,20 gram yang lolos ketika disaring menggunakan kain sablon berukuran T48.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukannya percobaan pada masing-masing kecepatan putaran menggunakan bahan material aluminium dengan menggunakan mesin bola penghancur (*ball mill*) dan kemudian di dapatlah kesimpulan :

1. Pada percobaan ini serbuk aluminium yang banyak dihasilkan menggunakan saringan T61 dan T48 adalah 1,66 gram dan 1,48 gram pada putaran 140 rpm dan 135Rpm.
2. Serbuk aluminium yang sedikit dihasilkan menggunakan saringan T61 dan T48 adalah 1,04 gram dan 1,20 gram pada putaran 126 Rpm dan 140 Rpm.

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat saya tuliskan untuk menjadikan pengujian kedepannya menjadi lebih baik lagi meliputi beberapa hal sebagai berikut.

1. Untuk pengujian selanjutnya agar lebih di sempurnakan kembali alat pengujian instrumentasi mesin bola penghancur (*ball mill*).
2. Pada pengujian atau penelitian selanjutnya agar lebih di sempurnakan serta teliti dengan baik mesin bola penghancur agar menjadi lebih stabil ketika akan digunakan kembali untuk bahan penelitian.
3. Gunakan lah bahan yang lebih efisien agar dapat memperoleh hasil yang bagus supaya kita tahu kemampuan mesin *ball mill*.
4. Semoga pada penelitian selanjutnya adek-adekan kami bisa mengembangkan alat pengujian instrumentasi mesin bola penghancur (*ball mill*) dan menggunakan spesimen lain untuk hasil yang lebih efisien.

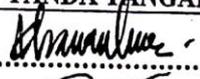
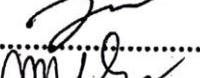
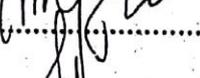
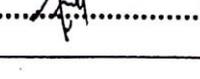
## DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, Priyanto (2017), *Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Hasil Serbuk Lempung Pada Mesin Penggiling Bahan Keramik*, jurnal Isu Teknologi Stt Mandala Vol. 12, no. 2, Desember 2017. ISSN 1979-4818
- Bambang Waluyo (2009), *Tentang Pengertian Metallurgy Serbuk: sebuah Pendahuluan*, Politeknik Negeri Semarang.
- Darmawansyah, (2015), *Pengaruh Pembebanan Dan Putaran Mesin Terhadap Torsi Dan Daya Yang Dihasilkan Mesin Matari MGX200/SL*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Firman (2017), *Analisa Pengaruh Variasi Diameter Pully Motor Listrik Terhadap Unjuk Kerja Mesin Penggiling Tepung*, Skripsi Sarjana S1 tidak diterbitkan, Universitas Halu Oleo Kendari.
- Iqbal, Tarkono, dan Ibrahim (2014), *Pengaruh Putaran Dan Kecepatan Tool Terhadap Sifat Mekanik Pada Pengelasan Friction Stir Welding Aluminium 5052*, Jurnal FEMA, Volume 2, Nomor 1, Januari 2014.
- Merdiyanto, *Pengaruh Putaran Tool Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Sambungan Pada Aluminium 5051 Dengan Metode Friction Stir Welding*, Jurnal Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, DI yogyakarta, Indonesia, 55183.
- Nandiwilastio, Widjanarko (2014), *Pengaruh Rasio Chips Dengan Bola Penumbuk Ball Mill Terhadap Rendemen Dan Kemampuan Hidrasi Tepung Porang*, Jurnal pangan dan Agroindustri Vol. 2, no. 1, p. 106-112, Januari 2014.
- Rusianto (2009), *Hot Pressing Metalurgi Serbuk Aluminium Dengan Variasi Suhu Pemanasan*, Jurnal Teknologi, Vol. 2, no. 1, Juni 2009, Yogyakarta.
- Widjanarko, Thabah Sigit Suwasito, (2014), *Pengaruh lama penggilingan dengan metode ball mill terhadap rendemen dan kemampuan hidrasi tepung porang (Amorphophallus muelleri blume)*, Jurnal pangan dan Agroindustri Vol. 2, no. 1, p. 106-112, Januari 2014.

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

**Peserta Seminar**

Nama : Juneidi Syahputra  
 NPM : 1407230068  
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Putaran Terhadap Kualitas Penggilingan Material Aluminium Dengan Menggunakan Mesin Bola Penghancur ( Ball Mill ).

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng	: 
Pembanding – I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembanding – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230258	HANIL FAKURIM	
2	1507230039	MHD RISYAD ARSYAD	
3	1307230097	SZAI	
4	1507230004	M. Fachri Sinaga	
5	1307230274	DEDIARIANTO	
6	1307230068	MASTAR: SOFI	
7	1407230002	YUDI SYAHPUTRA	
8	1407230115	YUDI ANGGARA	
9	1407230010	MUTRA DARMA	
10	1407230178	PAHIMI RAMADHAN	

Medan 28 Jum.Akhir 1440 H  
 05 Maret 2019 M

  
 Ketua Prodi. E. Mesin  
 Affandi.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Juneidi Syahputra  
NPM : 1407230068  
Judul T.Akhir : Pengaruh Putaran Terhadap Kualitas Penggilingan Material Aluminium Dengan Menggunakan Mesin Bola Penghancur- ( Ball Mill ).

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng  
Dosen Pembanding - I : M.Yani.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 :

*Revisi pada draft skripsi*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 28 Jum.Akhir 1440H  
05 Maret 2019 M

Diketahui  
Ketua Prodi. T.Mesin  
*[Signature]*  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I  
*[Signature]*  
M.Yani.S.T.M.T

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

---

NAMA : Juneidi Syahputra  
NPM : 1407230068  
Judul T.Akhir : Pengaruh Putaran Terhadap Kualitas Penggilingan Material Aluminium Dengan Menggunakan Mesin Bola Penghancur- ( Ball Mill ).

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing – II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng  
Dosen Pembanding - I : M.Yani.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 :

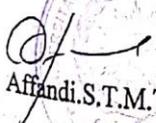
.....  
*Lihat buku skripsi*  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

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

Medan 28 Jum.Akhir 1440H  
05 Maret 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T.M.T  


Dosen Pembanding- II

  
H.Muharnif.S.T.M.Sc

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pengaruh Putaran Motor Terhadap Kualitas Penggilingan Material Aluminium Dengan Menggunakan Mesin Bola Penghancur ( Ball Mill )

Nama : Juneidi Syahputra  
NPM : 1407230068

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T  
Dosen Pembimbing 2 : Bekti Suroso, S.T., M.Eng

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Kan 05, 08-04-2019	Penyerahan & penjelasan tugas	ke
2.	Senin, 19-04-2019	Perbincangan & laborkelengkapan	ke
3.	Selasa, 11-12-2018	Perbincangan: Izin pustaka	ke
4.	Kamis, 20-12-2018	Perbincangan Metode	ke
5.	Senin, 07-01-2019	Lanjutan ke pembimbing 2	ke
6.	Rabu, 16-01-2019	Perbaikan penulisan pada Masalah tugas Akhir.	Ju
7.	Rabu, 23-01-2019	Perbaikan kesimpulan.	Ju
8.	Selasa, 05-02-2019	Perbaikan Daftar Materi	Ju
9.	Jumat, 08-02-2019	Acc	Ju
10.	Senin, 25-02-2019	Kembali ke Pembimbing I	Ju

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**



### **DATA PRIBADI**

Nama : Juneidi Syahputra  
NPM : 14072300868  
Tempat /Tanggal Lahir : Berastagi/21 januari 1995  
Jenis kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Alamat : Desa Raya Berastagi  
Nomor HP : 082169618044  
Email : Junedis@gmail.com  
Nama Orang Tua  
Ayah : Adi  
Ibu : Nurhamimah Siregar

### **PENDIDIKAN FORMAL**

2001-2007 : SD SWASTA MUHAMMADIYAH KABANJAHE  
2007-2010 : SMP SWASTA KEMALA BHAYANGKARA 2 KABANJAHE  
2010-2013 : SMA SWASTA MUHAMMADIYAH KABANJAHE  
2014-2019 : Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara