

TUGAS AKHIR

PENGARUH DIAMETER BOLA PADA MESIN BOLA PENGHANCUR (*BALL MILL*) TERHADAP TINGKAT KEHALUSAN SERBUK ALUMINIUM

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

Disusun Oleh:

YUDI ANGGARA
1407230115



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Yudi Angara
NPM : 1407230115
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Diameter Bola Pada Mesin Bola Penghancur (*Ball Mill*) Terhadap Tingkat Kehalusan Serbuk Aluminium
Bidang ilmu : Kontruksi dan 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



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Bekti Suroso, S.T., M.Eng

Dosen Penguji IV



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



Program Studi Teknik Mesin
Ketua,

Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Yudi Anggara
Tempat /Tanggal Lahir: M.Muda/04-06-1996
NPM : 1407230115
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Pengaruh Diameter Bola Pada Mesin Bola Penghancur (Ball Mill) Terhadap Tingkat Kehalusan Serbuk Aluminium”,

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

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

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

Medan, 05 Maret 2019



Saya yang menyatakan,

Yudi Anggara

ABSTRACT

Mesin ball mill merupakan alat industri yang sangat berperan penting dalam bidang produksi maupun industri, karena *ball mill* memiliki karakteristik mesin penghancur jenis serbuk dalam skala besar maupun kecil. Pengujian Mesin Ini Berupa Pengaruh Diameter Bola Pada Mesin Bola Penghancur (*Ball mill*) Terhadap Tingkat Kehalusan Serbuk Aluminium. Kapasitas mesin ball mill untuk pengujian ini mencapai 2 kg, dan diameter bola baja yang dipakai adalah 16 mm, 28 mm, dan 30 mm, dengan sumber penggerak mesin adalah motor listrik dengan daya 1 HP. Serbuk Aluminium yang telah melalui proses pengujian, untuk mendapatkan hasil serbuk yang diinginkan dapat melalui proses penyaringan, yaitu dengan saringan (kain *screen*) T 32, T 48 dan T 61. Hasil saringan dari T 32 dari diameter bola baja 16 mm yaitu 1,32 gram, hasil saringan dari T 48 dari diameter bola baja 16 mm yaitu 0,81 gram dan hasil saringan dari T 61 dari diameter bola baja 16 mm yaitu 0,78 gram, Hasil saringan dari T 32 dari diameter bola baja 28 mm yaitu 1,41 gram, hasil saringan dari T 48 dari diameter bola baja 28 mm yaitu 0,96 gram dan hasil saringan dari T 61 dari diameter bola baja 28 mm yaitu 0,94 gram, Hasil saringan dari T 32 dari diameter bola baja 30 mm yaitu 1,74 gram, hasil saringan dari T 48 dari diameter bola baja 30 mm yaitu 1,46 gram dan hasil saringan dari T 61 dari diameter bola baja 30 mm yaitu 1,17 gram.

Kata Kunci: *Ball mill*, serbuk aluminium, diameter bola baja, tingkat kehalusan

ABSTRACT

The ball mill machine is an industrial tool that plays an important role in the field of production and industry, because the ball mill has characteristics of powder type crushers in large and small scale. The testing of the machine is in the form of the influence of ball diameter on the ball mill machine on the level of fineness of aluminum powder. The ball mill engine capacity for this test reaches 2 kg, and the steel ball meter used is 16 mm, 28 mm and 30 mm, with the engine driving source is an electric motor with 1 HP power. Aluminum powder that has gone through the testing process, to get the desired powder results can be through a filtration process, namely by filter (screen cloth) T 32, T 48 and T 61. Filter results of T 32 from the diameter of the steel ball 16 mm ie 1.32 gram, filter results from T 48 from the diameter of the steel ball 16 mm ie 0.81 grams and the filter results from T 61 from the diameter of the steel ball 16 mm which is 0.78 grams, the filter results from T 32 from the diameter of the steel ball 28 mm ie 1, 41 grams, filter results from T 48 from the diameter of the steel ball 28 mm which is 0.96 grams and the filter results from T 61 from the diameter of the steel ball 28 mm which is 0.94 grams, Filter results from T 32 from the diameter of the steel ball 30 mm namely 1, 74 grams, filter results from T 48 from the diameter of the steel ball 30 mm which is 1.46 grams and the filter results of T 61 from the diameter of the steel ball 30 mm which is 1.17 grams.

Keywords: Ball mill, aluminum powder, steel ball diameter, smoothness level

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 “Pengaruh Diameter Bola Pada Mesin Bola Penghancur (*Ball Mill*) Terhadap Tingkat Kehalusan Serbuk Aluminium” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Bakti Suroso, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
5. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Orang Tua saya: Ayahanda Drs.Irawadi Husni dan Ibunda Yusniarti, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Abangda saya: Dicky Novandi S.T, yang telah memberikan motivasi dalam melaksanakan perkuliahan dan penulisan.

8. Sahabat-sahabat penulis: Juneidi Syahputra, Mitra Darma, Yudi Syahputra, Muhammad Ramadhan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
9. Sahabat-sahabat kelas A-1 Pagi stambuk 2014 yang telah memberikan tempat untuk bertukar pikiran/sering selama kegiatan perkuliahan kepada penulis dan terima kasih kepada seluruh sahabat Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan saran dan masukan.
10. Sahabat-sahabat sepak bola PS PTPN 3 SEI KARANG, yang telah banyak memberikan masukan dan motivasi dalam perkuliahan dan penulisan.

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

Medan, 5 Maret 2019

Yudi Anggara

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Batasan masalah	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Landasan Teori	6
2.2.1. Bola Penghancur (<i>ball mill</i>)	6
2.2.2. Definisi Bola Penghancur (<i>ball mill</i>)	6
2.3. Spesifikasi Mesin <i>Ball Mill</i>	7
2.4. Metalurgi Serbuk	7
2.5. Aluminium	8
2.5.1. Ciri Aluminium	10
2.5.2. Sifat Aluminium	10
BAB 3 METODOLOGI	11
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.1.1. Waktu	11
3.1.2. Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3.1 Alat	12
3.3.2 Spesifikasi Saringan (<i>kain screen</i>)	16
3.3.2.1 Perbedaan ketebalan benang (<i>kain screen</i>)	16
3.3.3 Bahan	17
3.3 Diagram Alir Penelitian	18
3.4 Pengamatan dan Tahap Pengujian	19
3.4.1. Pengamatan	19
3.4.2. Tahap Pengujian	19
3.5 Prosedur Pengujian	19

BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1	Hasil	21
4.2	Pembahasan	30
4.2.1.	Grafik hasil pengujian aluminium saringan T 61	31
4.2.2.	Grafik hasil pengujian aluminium saringan T 48	31
4.2.3.	Grafik hasil pengujian aluminium saringan T 32	32
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1.	Kesimpulan	34
5.2.	Saran	34
	DAFTAR PUSTAKA	35
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian	11
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Ball Mill	30

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 2.1 Mesin Ball Mill	6
Gambar 2.2 Aluminium	9
Gambar 3.1 Mesin Ball Mill	12
Gambar 3.2 Tabung	12
Gambar 3.3 Motor Listrik	13
Gambar 3.4 Inverter	13
Gambar 3.5 Stopwatch	13
Gambar 3.6 Bola baja berukuran besar 30 mm	14
Gambar 3.7 Bola baja berukuran sedang 28 mm	14
Gambar 3.8 Bola baja berukuran kecil 16 mm	14
Gambar 3.9 Timbangan Digital	15
Gambar 3.10 Kain screen sablon	15
Gambar 3.11 Kain screen T 32	16
Gambar 3.12 Kain screen T 48	16
Gambar 3.13 Kain screen T 61	16
Gambar 3.14 Aluminium/Tatal	17
Gambar 3.15 Diagram alir penelitian	18
Gambar 4.1 Memasukkan bola baja 30 mm	21
Gambar 4.2 Menimbang tatal 100 gram	21
Gambar 4.3 Memasukkan aluminium/tatal	21
Gambar 4.4 Menghidupkan inverter	22
Gambar 4.5 Stopwatch di posisi angka "0"	22
Gambar 4.6 Menekan tombol stop	22
Gambar 4.7 Stopwatch diwaktu 1 jam	22
Gambar 4.8 Serbuk Aluminium di tuangkan ke wadah	22
Gambar 4.9 Penyaringan menggunakan saringan T 61	23
Gambar 4.10 Hasil saringan T 61 menggunakan bola baja 30 mm	23
Gambar 4.11 Penyaringan menggunakan saringan T 48	23
Gambar 4.12 Hasil saringan T 48 menggunakan bola baja 30 mm	24
Gambar 4.13 Penyaringan menggunakan saringan T 32	24
Gambar 4.14 Hasil saringan T 32 menggunakan bola baja 30 mm	24
Gambar 4.15 Memasukkan bola baja 28 mm	25
Gambar 4.16 Menimbang tatal 100 gram	25
Gambar 4.17 Memasukkan aluminium/tatal	25
Gambar 4.18 Penyaringan menggunakan saringan T 61	25
Gambar 4.19 Hasil saringan T 61 menggunakan bola baja 28 mm	26
Gambar 4.20 Penyaringan menggunakan saringan T 48	26
Gambar 4.21 Hasil saringan T 48 menggunakan bola baja 28 mm	26
Gambar 4.22 Penyaringan menggunakan saringan T 32	27
Gambar 4.23 Hasil Saringan T 32 menggunakan bola baja 28 mm	27
Gambar 4.24 Memasukkan bola baja 16 mm	27
Gambar 4.25 Menimbang tatal 100 gram	27
Gambar 4.26 Memasukkan aluminium/tatal	28

Gambar 4.27 Penyaringan menggunakan saringan T 61	28
Gambar 4.28 Hasil saringan T 61 menggunakan bola baja 16 mm	28
Gambar 4.29 Penyaringan menggunakan saringan T 48	29
Gambar 4.30 Hasil saringan T 48 menggunakan bola baja 16 mm	29
Gambar 4.31 Penyaringan menggunakan saringan T 32	29
Gambar 4.32 Hasil saringan T 32 menggunakan bola baja 16 mm	30
Gambar 4.33 Grafik hasil pengujian aluminium dengan saringan T 61	31
Gambar 4.34 Grafik hasil pengujian aluminium dengan saringan T 48	31
Gambar 4.35 Grafik hasil pengujian aluminium dengan saringan T 32	32
Gambar 4.36 Grafik perbandingan saringan T 61, T 48 dan T 32	32

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perkembangan teknologi maupun otomasi industri yang sangat pesat dari setiap tahun mempunyai dampak yang sangat besar bagi masyarakat di seluruh negara maju dan berkembang. Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi itu sendiri bertujuan untuk membantu manusia dalam melakukan aktivitas maupun komunikasi, serta memenuhi seluruh kebutuhan hidup sehari-hari.

Ball mill merupakan alat industri yang sangat berperan penting dalam bidang produksi maupun industri, karena *ball mill* memiliki karakteristik mesin penghancur jenis serbuk dalam skala besar maupun kecil. Untuk menghasilkan suatu material serbuk yang halus dibutuhkan mesin penghancur yang sesuai dengan fungsi dan perancangannya. Untuk mencapai suatu produk berupa serbuk material yang halus di butuhkan suatu bola baja untuk menumbuk serbuk material yang ada di dalam tabung *ball mill*.

Perkembangan teknologi yang semakin maju ini adalah pembuatan atau pencampuran serbuk metalurgi (*Powder Metallurgy*). Metalurgi serbuk merupakan proses pembentukan benda kerja komersial dari logam dimana logam dihancurkan dengan cara menghancurkan material dengan *ball mil*. Sehingga partikel-partikel logam memadu karena mekanisme transportasi massa akibat difusi atom antar permukaan partikel.

Penggunaan aluminium yang sangat luas akan mengakibatkan timbulnya limbah yang dampaknya akan sangat berbahaya untuk lingkungan. Selain itu, bahan dasar untuk membuat aluminium (*alumina*) sangat terbatas dan pengolahannya memerlukan dana yang cukup besar. Oleh karena itu perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dari limbah aluminium untuk digunakan sebagai material teknik.

Salah satu cara daur ulang (*recycle*) material aluminium yang dapat dilakukan dengan cara penghancuran limbah proses manufaktur material aluminium (tatal) untuk di proses menjadi partikel serbuk aluminium dalam skala besar maupun kecil. Mengingat mahalnya harga partikel (serbuk) aluminium, Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan studi eksperimen tentang

pengaruh diameter bola pada mesin bola penghancur (*ball mill*) terhadap tingkat kehalusan serbuk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah Bagaimana pengaruh diameter bola pada mesin bola penghancur (*ball mill*) terhadap tingkat kehalusan serbuk aluminium?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan serbuk Aluminium ini menggunakan mesin *Ball Mill* (Bola Penghancur).
2. Pengujian menggunakan waktu penggilingan 1 jam.
3. Bram atau tatal hasil bubutan Aluminium dengan berat 100 gram.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh diameter bola pada mesin bola penghancur (*ball mill*) terhadap tingkat kehalusan serbuk aluminium.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat menjadi informasi bagi para pembaca khususnya rekan mahasiswa teknik mesin UMSU dalam perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang pembuatan mesin.
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan dapat dijadikan acuan dalam pembuatan serbuk metalurgi lainnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran penulisan pembuatan ini, secara singkat diuraikan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah tujuan pembuatan meliputi tujuan umum dan tujuan khusus dan manfaat pembuatan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang teori yang di ambil dari buku-buku yang dipakai untuk kelancaran penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang data hasil penelitian, pembuatan serbuk, pemilihan bola.

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang data hasil penelitian dan berisi tentang pembahasan dari data hasil penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian ini dan saran-saran yang mungkin bisa bermanfaat bagi para pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang buku-buku yang dijadikan referensi dalam pelaksanaan penelitian ini.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKAN

2.1. Tinjauan Pustaka

Totok Suwanda (2006) dengan judul “optimalisasi tekanan kompaksi, temperatur dan waktu sintering terhadap kekerasan dan berat jenis aluminium pada proses pencetakan dengan metalurgi serbuk” menyimpulkan variabel tekanan kompaksi, temperatur sintering dan waktu sintering berpengaruh secara simultan terhadap kekerasan aluminium produk metalurgi serbuk. Kekerasan aluminium maksimum sebesar 47 BHN diperoleh pada tekanan kompaksi optimum antara 162 Mpa hingga 170 Mpa, temperatur sinter optimum 500 °C dan waktu sinter optimum antara 40 hingga 50 menit.

Toto Rusianto (2009) dengan judul “*hot pressing* Metalurgi serbuk dengan variasi suhu pemanasan” dihasilkan bahwa struktur mikro merupakan porositas, hasil perhitungan berat jenis bahwa bushing mengalami kenaikan dengan meningkatnya suhu *hot pressing* begitu pula setelah proses sinter. Pada pengujian kekerasan bahwa diketahui bahwa kekerasan bushing semakin meningkat dan laju keausan dari hasil pengujian keausan diketahui bahwa keausan bushing semakin menurun dengan meningkatnya suhu *hot pressing*.

Muhammad W. Wildan, Toto Rusianto, dan Heru SB Rochardjo (2005) dengan judul “pengaruh kandungan serbuk alumina terhadap kekerasan dan kekuatan bending komposit paduan Al-Si/Alumina” menyimpulkan bahwa penambahan partikel Al₂O₃ menurunkan densitas dari paduan Al-Si/Al₂O₃. Kekerasan optimal diperoleh pada paduan Al-Si/Al₂O₃ dengan kandungan 6% berat Al₂O₃ yaitu sebesar 35 HV.

(Widjanarko, dkk 2014) Penelitian ini menggunakan *Ball mill* dengan satu faktor yaitu lama penggilingan. Faktor ini terdiri dari 5 level lama penggilingan yaitu 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit, dan 120 menit dengan 4 kali pengulangan, sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Perbandingan massa porang dan massa bola penumbuk yang digunakan adalah 1 : 9, yaitu dengan massa 1.5 kg *chips* porang dan 13.5 kg bola penumbuk. Setiap satuan percobaan akan dilakukan dengan 4 tahapan yaitu dimulai dengan bola penumbuk berdiameter besar hingga kecil (5.4 cm, 4.45 cm, 3.5 cm, dan 2.4 cm). Mesin

penumbuk menggunakan *ball mill* berbentuk tabung baja horizontal berdiameter 20 cm dan panjang 40 cm dengan spesifikasi berat bola penumbuk 13.5 kg dan kapasitas total 15 kg, dengan kecepatan putar konstan 78 rpm.

Sedangkan alat untuk analisis antara lain mikroskop cahaya, color reader merek Minolta. Parameter lama penggilingan merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap hasil dengan metode *ball mill*. Parameter ini sangat erat kaitannya dengan efisiensi proses dan menentukan ukuran yang dihasilkan. Hal ini akan berdampak pada sifat fisik maupun kimia hasil penggilingan, termasuk jumlah rendemen yang dihasilkan, sehingga perlu diketahui pengaruh lama penggilingan menggunakan metode *ball mill* terhadap kualitas yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase rendemen yang dihasilkan dengan metode *ball mill* pada lama penggilingan yang terbaik serta pengaruhnya terhadap kemampuan hidrasi.

Gavrilov dkk. (1995) Dalam hal ini meneliti aluminium powder proses *solid state* serbuk dengan menggunakan teknik *ball mill* adalah pengulangan penggabungan, penghancuran, dan penggabungan kembali (*rewelding*) untuk butiran serbuk pada *high energy ball mill*. *Mechanical Alloying (MA)* dapat digunakan untuk sintesis larutan padatan, nano partikel, paduan amorf, intermetalik, dan komposisi kimia. (MA), biasanya dilakukan di bawah atmosfer dalam *ball mill* proses MA sebagian besar dipengaruhi oleh thermodynamic dan sifat kinetic pada system serbuk, intensitas *milling* dan temperature. Semakin cepat perputaran *ball mill*, maka energi yang dihasilkan juga semakin besar dan menghasilkan temperatur yang semakin tinggi. Temperature yang tinggi menguntungkan di beberapa kasus yang memerlukan proses difusi untuk menunjang proses pemaduan pada serbuk, dan internal stressnya berkurang atau bahkan hilang sama sekali. Tapi di beberapa kasus peningkatan temperatur sangat merugikan karena dapat menghasilkan fasa yang tidak stabil selama proses *milling* berlangsung, dan ukuran serbuk dapat menjadi lebih besar. Tapi jika kecepatan melebihi kecepatan kritis maka terjadi *pinne* pada dinding bagian dalam sehingga bola-bola tidak jatuh sehingga tidak menghasilkan gaya impact.

2.2 Landasan Teori

2.2.1. Bola Penghancur (*Ball Mill*)

Sebuah mesin *ball mill* dengan memutar tabung dan bola penggilingan bola baja, menyebabkan bola baja jatuh ke dalam tabung dan ke material yang akan digiling. Dalam pelaksanaan pengujian mesin *ball mill*, mesin *ball mill* dan bola baja merupakan suatu hal yang mendasari sebagai acuan dalam pengujian mesin *ball mill*, dengan adanya alat dan bola baja seorang penguji akan dapat mengidentifikasi dan mengetahui hal-hal yang akan berkaitan dengan pengujian mesin *ball mill* dan beberapa alat pendukung yang digunakan.

2.2.2. Definisi Bola Penghancur (*Ball Mil*)

Sebagaimana telah diketahui pada namanya, “*ball*” yaitu Bola, Mesin ini bekerja dengan bola yang menggelinding dalam tabung yang terus berputar dengan waktu yang diatur dan ditentukan sebelumnya oleh operator. mesin *ball mill* adalah mesin yang digunakan untuk menghaluskan, melumat atau menghancurkan sutau material menjadi partikel-partikel yang lebih kecil bahkan bubuk.

Mesin *ball mill* yang berbentuk tabung dengan 2 bagian tempat menyimpan material dengan bentuk dan posisi horizontal ini terdiri dari silinder berrongga yang berputar pada porosnya. Sumbu poros biasa disebut *shell* yang berdiri secara horizontal. Sementara itu, media penggiling terbuat dari baja, stainless steel, atau karet. Permukaan bagian dalam dari shell silinder biasanya dilapisi dengan material yang tidak mudah terkikis seperti bijih mangan dan karet.



Gambar 2.1 Mesin *Ball Mill*

Mesin *ball mill* adalah satu jenis mesin penggiling atau mesin gerinding yang berfungsi dan digunakan untuk menggiling suatu bahan material keras untuk

menjadi bubuk yang sangat halus. Mesin ini biasanya digunakan dalam proses pembuatan cat, keramik, semen, kembang api, batu bara, pigmen, *felspar* untuk tembikar, dan serbuk laser untuk mesin cetak 3D. Secara umum, prinsip kerjanya adalah mengurangi ukuran material dengan memanfaatkan gerakan bola ke bawah pada bagian atas *shell*. Mesin ini biasa digunakan oleh industri besar. Harga dari mesin ini beragam sesuai dengan ukuran mesin dan kekuatan menampung beban pada mesin.

2.3. Spesifikasi Mesin Ball Mill

Bagi anda yang bergerak di industri pengolahan material batuan tambang atau logam pasti sudah tidak asing lagi dengan mesin yang satu ini. Mesin *ball mill* memiliki bentuk tabung dengan dua tempat penyimpanan dalam posisi horizontal yang akan berputar pada porosnya masing-masing saat mesin berjalan.

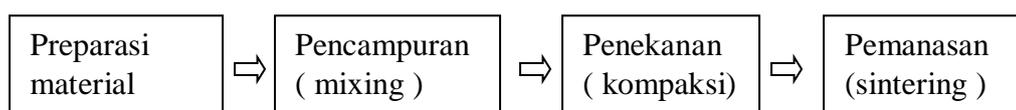
Tabung penampungan tersebut terbuat dari bahan besi berkualitas terbaik dengan volume yang berbeda-beda, tergantung dari jenis mesin dan kegunaannya. Di dalam tabung, atau baja paduan yang masing-masing memiliki berat antara 0.1 sampai 1 kilogram. Keberadaan bola-bola inilah yang membuat mesin ini disebut dengan *ball mill*.

Adapun pengisian bola-bola logam tersebut umumnya dilakukan sebanyak 40 sampai 50 persen dan volume silinder yang digunakan untuk menampung material, dan sekitar 40 persen sisanya adalah ruang kosong yang digunakan sebagai ruang udara.

2.4. Metalurgi Serbuk

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 sebagai berikut :



Proses pemanasan yang dilakukan harus berada di bawah titik leleh serbuk material yang digunakan. Setiap proses dalam pembuatan metalurgi serbuk sangat

mempengaruhi kualitas akhir produk yang dihasilkan. Material komposit yang dihasilkan dari proses metalurgi serbuk adalah komposit isotropik, yaitu komposit yang mempunyai penguat (*filler*).

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 proses metalurgi serbuk.

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.

2.5. Aluminium

Aluminium adalah logam berwarna putih keperakan yang lunak. Aluminium juga merupakan logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi, dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak 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*, dan lain-lain). Sulit menemukan aluminium murni di alam karena aluminium merupakan logam yang cukup reaktif.

Aluminium terdapat dalam penggunaan aditif makanan, antasida, buffered aspirin, astringents, semprotan hidung, antiperspirant, air minum, knalpot mobil, asap tembakau, penggunaan aluminium foil, peralatan masak, kaleng, keramik, dan kembang api.



Gambar 2.2 Aluminium

Aluminium merupakan konduktor listrik yang baik, Ringan dan kuat. Merupakan konduktor yang baik juga buat panas. Dapat ditempa menjadi lembaran, ditarik menjadi kawat dan diekstrusi menjadi batangan dengan bermacam-macam penampang dan tahan korosi.

Aluminium digunakan dalam banyak hal. Kebanyakan darinya digunakan dalam kabel bertegangan tinggi. Juga secara luas digunakan dalam bingkai jendela dan badan pesawat terbang. Ditemukan di rumah sebagai panci, botol minuman ringan, tutup botol susu dsb. Aluminium juga digunakan untuk melapisi lampu mobil dan *compact disks*.

Pada abad ke-19, sebelum ditemukannya proses elektrolisis, aluminium hanya bisa didapatkan dari bauksit dengan proses kimia *Wöhler*. Dibandingkan dengan elektrolisis, proses ini sangat tidak ekonomis, dan harga aluminium dulunya jauh melebihi harga emas. Karena dulu dianggap sebagai logam berharga, *Napoleon III* dari Perancis (1808-1873) pernah melayani tamunya yang pertama dengan piring aluminium dan tamunya yang kedua dengan piring emas dan perak. Pada tahun 1886, *Charles Martin Hall* dari Amerika Serikat (1863-1914) dan *Paul L.T. Héroult* dari Perancis (1863-1914) menemukan proses elektrolisis yang sampai sekarang membuat produksi aluminium ekonomis.

2.5.1 Ciri Aluminium

Aluminium memiliki warna putih keperakan dan cukup ringan sebagai sebuah logam. Tekstur aluminium cukup lunak dan mudah dibentuk serta diproses. Aluminium juga tidak beracun dan merupakan konduktor panas yang baik, serta tahan terhadap korosi dan perubahan suhu. Inilah yang membuat

aluminium banyak digunakan dalam proses industri mulai dari produksi kaleng, foil, peralatan memasak, kusen jendela, hingga bagian dari pesawat terbang.

Karena sifat dasar aluminium yang tidak terlalu kuat, biasanya dilakukan pencampuran dengan bahan lain untuk memperoleh sifat yang diharapkan. Hasil dari pencampuran ini disebut dengan aluminium alloy, dan bahan campuran yang paling lazim digunakan adalah tembaga, mangan, magnesium, dan silikon.

Selain digunakan sebagai bahan baku utama industri, aluminium juga banyak dimanfaatkan sebagai pelapis benda-benda seperti cermin teleskop, kertas dekoratif, kemasan makanan dan barang, serta mainan.

2.5.2 Sifat Aluminium

Aluminium memiliki beberapa sifat yang berbeda dengan logam kebanyakan, misalnya saja berbobot ringan, tahan korosi, serta tidak beracun sehingga aman meski digunakan untuk bahan pembuat peralatan memasak seperti penggorengan dan panci. Sifat aluminium ini juga sering digunakan sebagai kemasan makanan seperti aluminium foil.

Aluminium juga memiliki daya hantar yang lebih besar dari tembaga, karena itu aluminium digunakan sebagai kabel tiang listrik. Percampuran aluminium dengan logam lainnya bisa menghasilkan jenis logam baru yang lebih kuat, misalnya saja duralium yang merupakan campuran dari aluminium, tembaga, dan magnesium.

Aluminium ada yang berbentuk padat dan biasa digunakan untuk benda-benda keras, dan ada pula yang berbentuk butiran, seperti aluminium hidroksida dan aluminium klorida. Aluminium klorida bahkan bisa dijadikan campuran obat untuk menekan asam lambung bernama antasida.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan bulan Oktober 2018. Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti yang tertera pada tabel 3.1 dan langkah langkah penelitian dilakukan seperti pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian.

No	Kegiatan	Bulan (Tahun 2017/2018)						
		Apr 2018	Mei 2018	Jun 2018	Jul 2018	Agt 2018	Sep 2018	Okt 2018
1	Pengajuan Judul							
2	Studi Literatur							
3	Pembuatan Alat							
4	Pengujian Spesimen							
5	Penyelesai an Skripsi							

3.1.2 Tempat

Tempat pengujian dilakukan di Laboratorium Material Teknik dan Proses Produksi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.2 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang dipakai dalam pengujian ini terdiri dari :

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.



Gambar 3.1 Mesin *Ball Mill*

2. Tabung

Berfungsi sebagai tempat wadah material aluminium.



Gambar 3.2 Tabung

3. Motor Listrik

Berfungsi sebagai alat penggerak pada saat pengujian di lakukan dan spesifikasi pada motor ini memakai daya 1 Hp, Tegangan 220 V dan Frekuensi 50 Hz .



Gambar 3.3 Motor Listrik

4. Inverter

Berfungsi sebagai daya listrik yang mampu mengoprasikan arus searah dan spesifikasi pada inverter ini memakai input 1 Hp dan output 3 Hp, 220 V ,63 Hz .



Gambar 3.4 Inverter

5. Stopwatch.

Berfungsi sebagai alat yang di gunakan untuk mengukur lama nya waktu yang di perlukan dalam kegiatan pengujian dan stopwatch ini tersedia di lab teknik mesin UMSU.



Gambar 3.5 Stopwacth.

6. Bola baja berukuran 30 mm.
Berfungsi sebagai alat penghancur atau bola penghancur yang di beli di bengkel mobil atau alat berat.



Gambar 3.6 Bola baja berukuran besar.

7. Bola baja berukuran 28 mm.
Berfungsi sebagai alat penghancur atau bola penghancur yang di beli di bengkel mobil atau alat berat.



Gambar 3.7 Bola baja berukuran sedang.

8. Bola baja berukuran 16 mm.
Berfungsi sebagai alat penghancur atau bola penghancu yang di beli di bengkel mobil atau alat berat.



Gambar 3.8 Bola baja berukuran kecil.

9. Timbangan Digital.

Berfungsi Untuk menimbang serbuk dan bram (tatal) aluminium setelah pengujian dan menimbang tatal yang akan dilakukan pengujian, Timbangan digital di pinjam dari lab Teknik Mesin UMSU.



Gambar 3.9 Timbangan Digital

10. Kain *Screen* Sablon

Berfungsi Untuk menyaring bram (tatal) aluminium yang telah dilakukan pengujian dan kain *screen* sablon ini di beli di tempat penjualan alat sablon..



Gambar 3.10 Kain *Screen* Sablon

3.3.2. Spesifikasi 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 32 berarti ada 32 benang setiap 1 cm dan serbuk yang dihasilkan berdiameter 0,031 cm, T 48 berarti ada 48 benang setiap 1 cm dan serbuk yang dihasilkan berdiameter 0,020 cm, T 61 berarti ada 61 benang setiap 1 cm dan serbuk yang dihasilkan berdiameter 0,016 cm, yang dimaksud dengan kode “T” (*Tick*) adalah istilah yang biasanya dipakai di eropa.

3.3.2.1. 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 umumnya mempunyai lubang / pori-pori yang relatif kecil atau halus. Dalam pengujian ini yang dipakai adalah saringan T 32, T 48 dan T 61, seperti pada gambar dibawah ini.

1. Saringan (kain *screen*) T 32



Gambar 3.11 Saringan T 32.

2. Saringan kain (kain *screen*) T 48



Gambar 3.12 Saringan T48.

3. Saringan (kain *screen*) T 61



Gambar 3.13 Saringan T 61

3.3.3. Bahan

Bahan yang digunakan untuk menjadi objek dari pengujian ini adalah Aluminium.

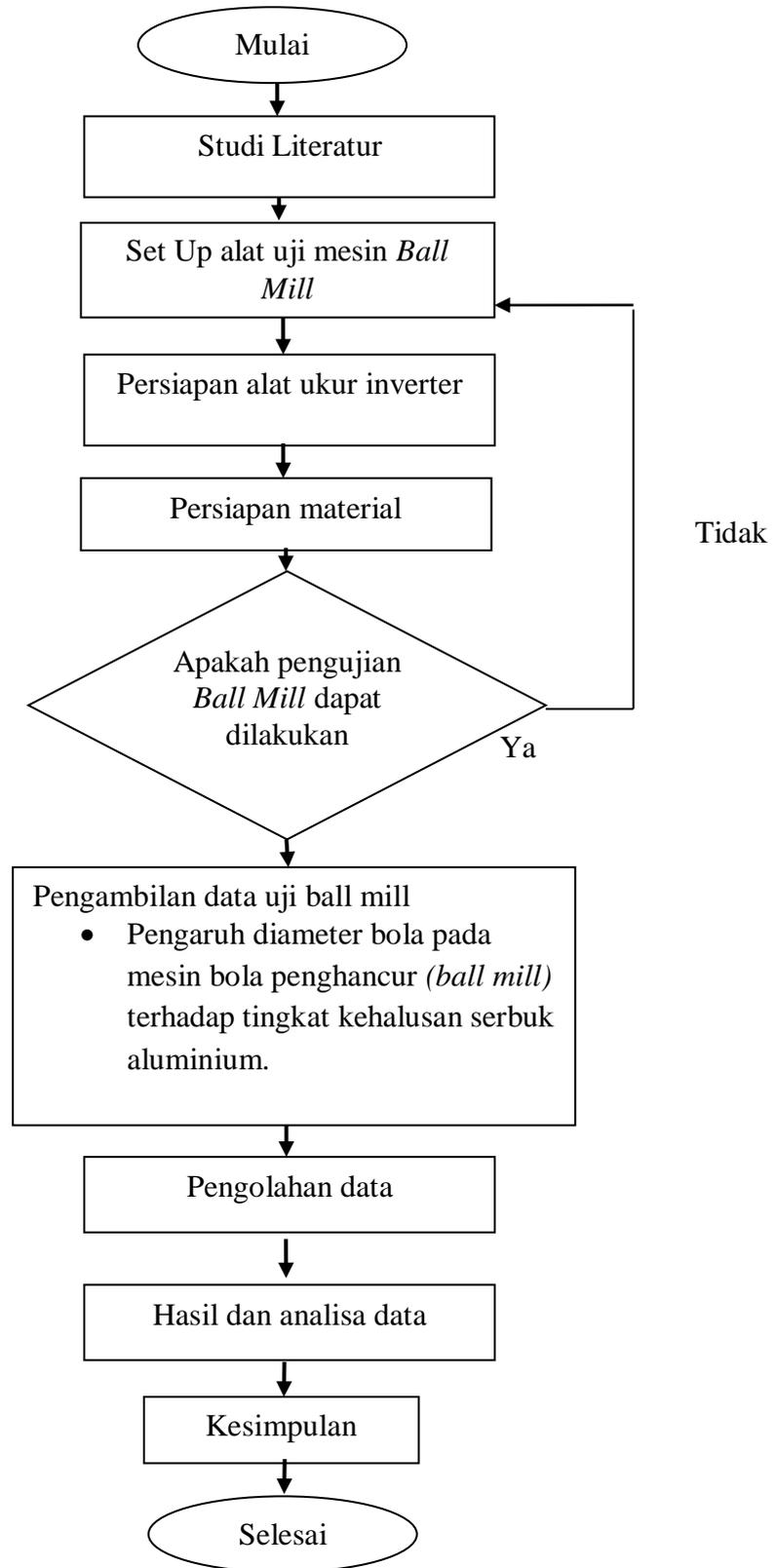
1. Aluminium/ Tatal.

Berfungsi sebagai spesimen benda uji yang digunakan pada saat proses pengujian berlangsung.



Gambar 3.14 Aluminium/ Tatal.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.15. Diagram alir penelitian

3.4. Pengamatan dan Tahap Pengujian

3.4.1. Pengamatan

Pada penelitian yang akan diamati adalah : Serbuk aluminium.

3.4.2. Tahapan Pengujian

Pada tahapan ini yang menjadi acuan adalah aluminium yang kemudian akan dilakukan pengujian kembali untuk mendapatkan data karakteristik dari material aluminium yang telah digunakan pada proses penggilingan untuk dilakukannya pengujian dengan menggunakan mesin *Ball Mill* untuk mendapatkan serbuk aluminium yang akan dilakukan pada saat pengujian.

3.5. Prosedur Pengujian

Pada pengujian kinerja mesin ini digunakan alat mesin *Ball Mill* yang akan di teliti adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan bahan dan alat-alat yang digunakan dalam pengujian seperti yang terlihat pada sub bab 3.2 di atas.
2. Memasukkan bola baja berdiameter 16 mm dan material aluminium/tatal kedalam tabung mesin *Ball Mill*.
3. Menghidupkan mesin *Ball Mill* dan menekan tombol *run* pada inverter untuk dilakukannya pengujian.
4. Biarkan mesin berputar selama 1 jam (kemudian tekan tombol *stop* pada inverter).
5. Tuangkan serbuk aluminium ke dalam wadah yang telah di sediakan.
6. Menyaring serbuk aluminium dengan T 61.
7. Menimbang hasil dan catat hasil dari penyaringan T 61.
8. Sisa aluminium/tatal dari T 61 dipindahkan ke T 48.
9. Menyaring serbuk aluminium dengan T 48.
10. Menimbang hasil dan catat hasil dari penyaringan T 48.
11. Sisa aluminium/tatal dari T 48 dipindahkan ke T 32.
12. Menyaring serbuk aluminium dengan T 32.
13. Menimbang hasil dan catat hasil dari penyaringan T 32.
14. Melakukan pengujian dengan masukkan bola baja berdiameter 28 mm dan material aluminium/tatal kedalam tabung mesin *Ball Mill*.
15. Kemudian lakukan seperti pengujian di atas dari prosedur 3-5.

16. Menyaring serbuk aluminium dengan T 61.
17. Menimbang hasil dan catat hasil dari penyaringan T 61.
18. Sisa aluminium/tatal dari T 61 dipindahkan ke T 48.
19. Menyaring serbuk aluminium dengan T 48.
20. Menimbang hasil dan catat hasil dari penyaringan T 48.
21. Sisa aluminium/tatal dari T 48 dipindahkan ke T 32.
22. Menyaring serbuk aluminium dengan T 32.
23. Menimbang hasil dan catat hasil dari penyaringan T 32.
24. Melakukan pengujian dengan masukkan bola baja berdiameter 30 mm dan material aluminium/tatal kedalam tabung mesin *Ball Mill*.
25. Kemudian lakukan seperti pengujian di atas dari prosedur 3-5.
26. Menyaring serbuk aluminium dengan T 61.
27. Menimbang hasil dan catat hasil dari penyaringan T 61.
28. Sisa aluminium/tatal dari T 61 dipindahkan ke T 48.
29. Menyaring serbuk aluminium dengan T 48.
30. Menimbang hasil dan catat hasil dari penyaringan T 48.
31. Sisa aluminium/tatal dari T 48 dipindahkan ke T 32.
32. Menyaring serbuk aluminium dengan T 32.
33. Menimbang hasil dan catat hasil dari penyaringan T 32.
34. Membersihkan area ruangan dan mesin uji yang telah di gunakan pada saat pengujian berlangsung.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Pada bab ini ditampilkan pengolahan data hasil penelitian yang akan dibahas sesuai dengan data yang diperoleh. Data yang ditampilkan meliputi data dari hasil pengujian *Ball Mill* yang dilakukan. Pada pengujian ini material aluminium dilakukan pengujian dengan waktu yaitu 1 jam dengan menggunakan diameter bola yang bervariasi yaitu 16 mm, 28 mm, 30 mm dan menggunakan saringan T 32, T48 dan T 61 adalah sebagai berikut :

1. Proses memasukkan bola baja berdiameter 30 mm dan material aluminium/tatal ke dalam tabung mesin *ball mill*.



Gambar 4.1 memasukkan bola baja 30 mm.



Gambar 4.2 menimbang aluminium/tatal seberat 100 gram.

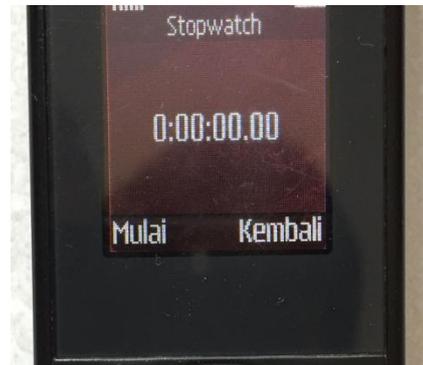


Gambar 4.3 memasukkan aluminium/tatal.

2. Proses menghidupkan mesin *ball mill* dan menekan tombol *run* pada inverter untuk dilakukannya pengujian.



Gambar 4.4 menghidupkan inverter.

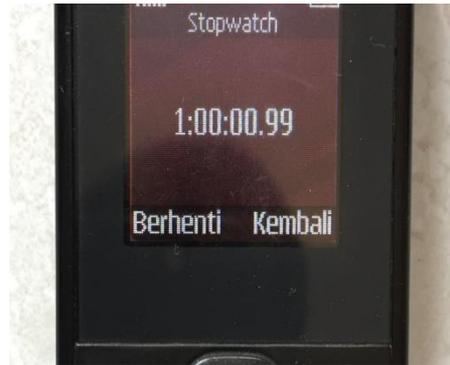


Gambar 4.5 Stopwatch di posisi angka "0".

3. Proses menghidupkan mesin *ball mill* dan menekan tombol *run* pada inverter untuk dilakukannya pengujian.



Gambar 4.6 Menekan tombol *stop*.



Gambar 4.7 Stopwatch diwaktu 1 jam.

4. Proses penuangan serbuk aluminium ke dalam wadah yang telah disediakan.



Gambar 4.8 serbuk aluminium di tuangkan ke dalam wadah.

5. Proses penyaringan serbuk aluminium.



Gambar 4.9 Penyaringan dengan menggunakan saringan T 61.

6. Serbuk hasil pengujian aluminium/tatal dengan menggunakan saringan T 61.



Gambar 4.10 Hasil saringan T 61 menggunakan diameter bola baja 30 mm.

7. Proses penyaringan serbuk aluminium.



Gambar 4.11 Penyaringan dengan menggunakan saringan T 48.

8. Serbuk hasil pengujian aluminium/tatal dengan menggunakan saringan T 48.



Gambar 4.12 Hasil saringan T 48 menggunakan diameter bola baja 30 mm.

9. Proses penyaringan serbuk aluminium.



Gambar 4.13 Penyaringan dengan menggunakan saringan T 32.

10. Serbuk hasil pengujian aluminium/tatal dengan menggunakan saringan T 32.



Gambar 4.14 Hasil saringan T 32 menggunakan diameter bola baja 30 mm.

11. Proses memasukkan bola baja berdiameter 28 mm dan material aluminium/tatal ke dalam tabung mesin *ball mill*.



Gambar 4.15 memasukkan bola baja 28 mm.



Gambar 4.16 menimbang aluminium/tatal seberat 100 gram.



Gambar 4.17 memasukkan aluminium/tatal.

12. Kemudian lakukan seperti proses di atas yaitu proses 2-5.
13. Proses penyaringan serbuk aluminium.



Gambar 4.18 Penyaringan dengan menggunakan saringan T 61.

14. Serbuk hasil pengujian aluminium/tatal dengan menggunakan saringan T 61.



Gambar 4.19 Hasil saringan T 61 menggunakan diameter bola baja 28 mm.

15. Proses penyaringan serbuk aluminium.



Gambar 4.20 Penyaringan dengan menggunakan saringan T 48.

16. Serbuk hasil pengujian aluminium/tatal dengan menggunakan saringan T 48.



Gambar 4.21 Hasil saringan T 48 menggunakan diameter bola baja 28 mm.

17. Proses penyaringan serbuk aluminium.



Gambar 4.22 Penyaringan dengan menggunakan saringan T 32.

18. Serbuk hasil pengujian aluminium/tatal dengan menggunakan saringan T 32.



Gambar 4.23 Hasil saringan T 32 menggunakan diameter bola baja 28 mm.

19. Proses memasukkan bola baja berdiameter 16 mm dan materia aluminium/tatal ke dalam tabung mesin *ball mill*.



Gambar 4.24 memasukkan bola baja 16 mm.



Gambar 4.25 menimbang aluminium/tatal seberat 100 gram.



Gambar 4.26 memasukkan aluminium/tatal.

20. Kemudian lakukan seperti proses di atas yaitu proses 2-5.

21. Proses penyaringan serbuk aluminium.



Gambar 4.27 Penyaringan dengan menggunakan saringan T 61.

22. Serbuk hasil pengujian aluminium/tatal dengan menggunakan saringan T 61.



Gambar 4.28 Hasil saringan T 61 menggunakan diameter bola baja 16 mm.

23. Proses penyaringan serbuk aluminium.



Gambar 4.29 Penyaringan dengan menggunakan saringan T 48.

24. Serbuk hasil pengujian aluminium/tatal dengan menggunakan saringan T 48.



Gambar 4.30 Hasil saringan T 48 menggunakan diameter bola baja 16 mm.

25. Proses penyaringan serbuk aluminium.



Gambar 4.31 Penyaringan dengan menggunakan saringan T 32.

26. Serbuk hasil pengujian aluminium/tatal dengan menggunakan saringan T 32.



Gambar 4.32 Hasil saringan T 32 menggunakan diameter bola baja 16 mm.

Dalam penelitian ini hasil yang ditampilkan berupa data hasil saringan T 61, T 48, T 32 dengan variasi bola baja yang berbeda yaitu 16 mm, 28 mm, 30 mm. Data ini dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut :

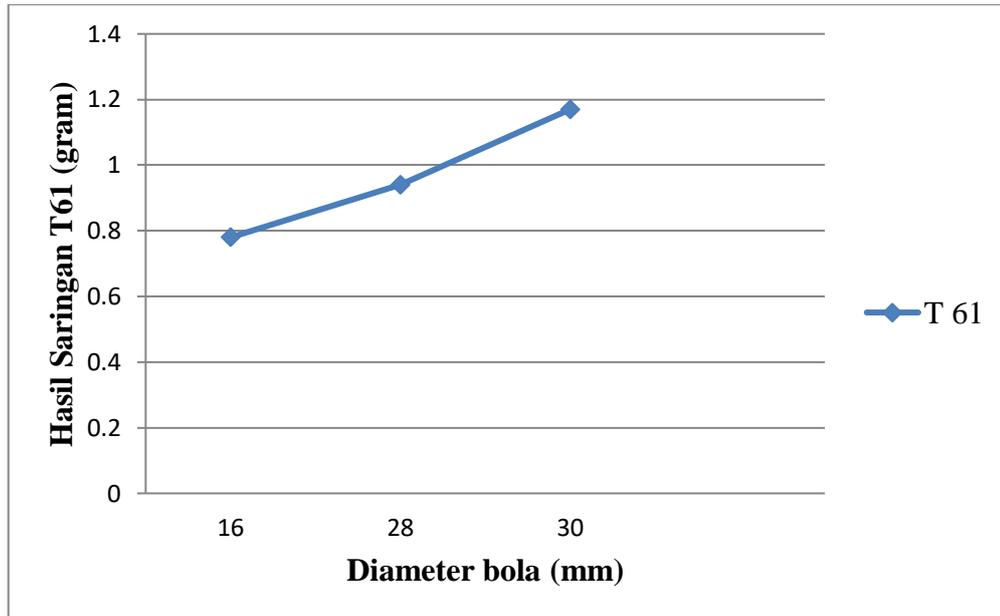
Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Ball Mill*

Spesimen	Diameter	Waktu (jam)	Berat total awal (gr)	Saringan T		
	Bola (mm)			61 (gr)	T 48 (gr)	T 32 (gr)
Material Aluminium 1	30	1	100	1,17	1,46	1,74
Material Aluminium 2	28	1	100	0,94	0,96	1,41
Material Aluminium 3	16	1	100	0,78	0,81	1,32

4.2. Pembahasan

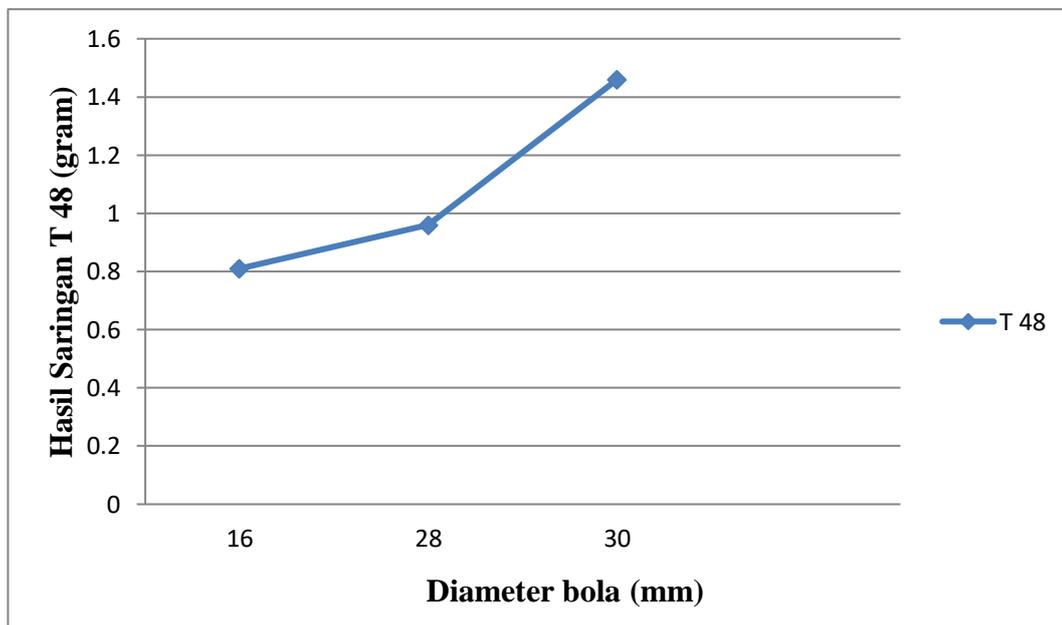
Hasil dalam pengujian ini ditampilkan dalam bentuk grafik dengan waktu pengujian yaitu 1 jam dengan variasi diameter bola baja yaitu 16 mm, 28 mm, 30 mm dan dengan menggunakan tipe saringan yang berbeda yaitu T 61, T 48, dan T 32 . Hasil dari pengujian ini dapat dilihat seperti pada gambar 4.36 dibawah ini.

4.2.1 Grafik hasil pengujian material aluminium dengan saringan T 61.



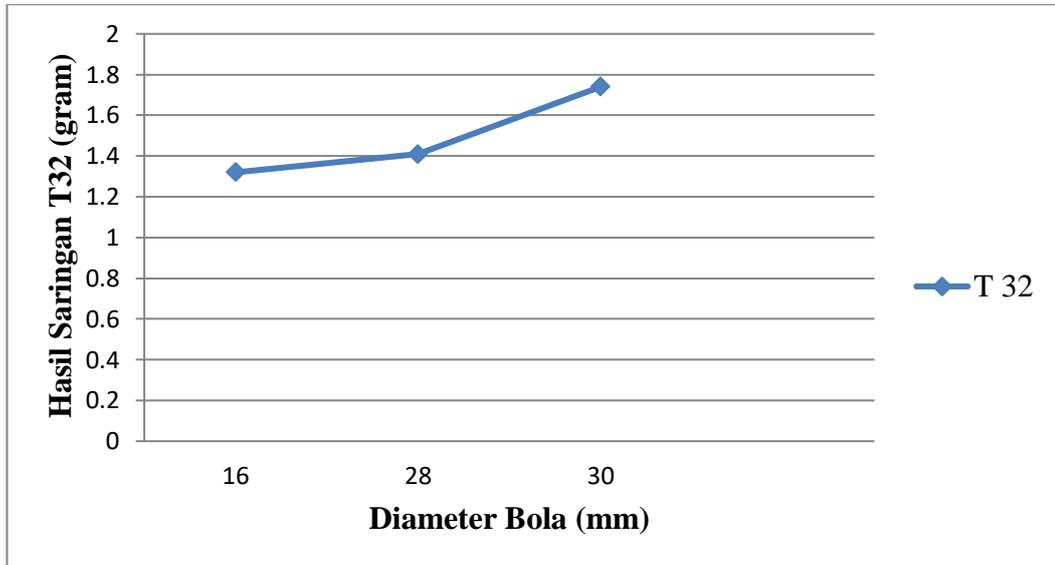
Gambar 4.33 Grafik tingkat kehalusan serbuk aluminium dengan menggunakan diameter bola baja 16 mm, 28 mm dan 30 mm.

4.2.2 Grafik hasil pengujian material aluminium dengan saringan T 48.

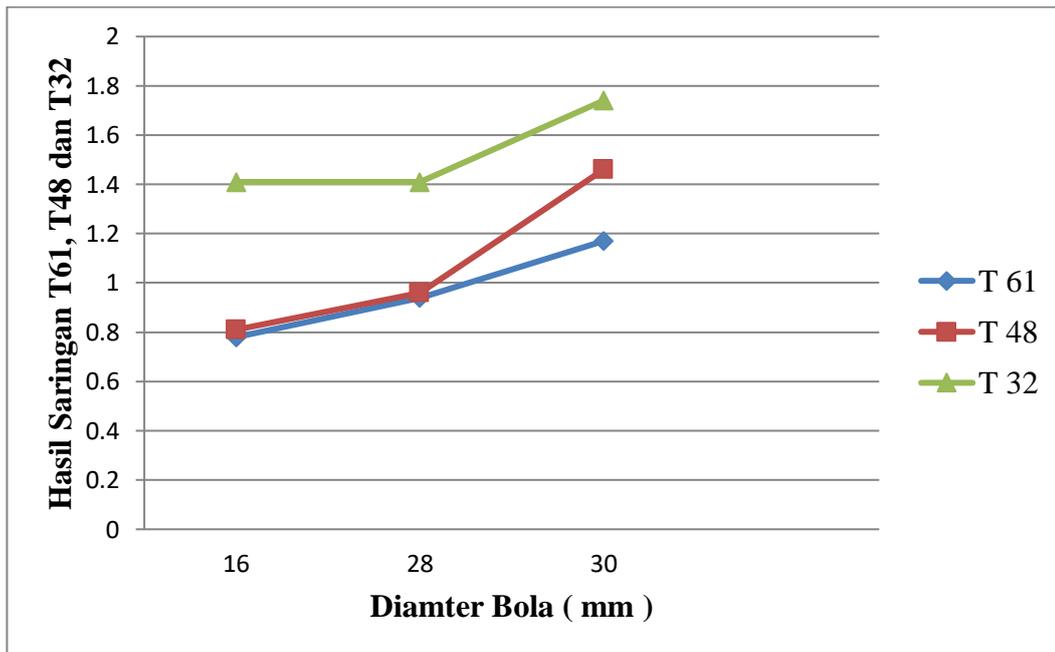


Gambar 4.34 Grafik tingkat kehalusan serbuk aluminium dengan menggunakan diameter bola baja 16 mm, 28 mm dan 30 mm.

4.2.3 Grafik hasil pengujian material aluminium dengan saringan T 32.



Gambar 4.35 Grafik tingkat kehalusan serbuk aluminium dengan menggunakan diameter bola baja 16 mm, 28 mm dan 30 mm.



Gambar 4.36 Grafik perbandingan tingkat kehalusan serbuk aluminium dengan menggunakan diameter bola baja 16 mm, 28 mm, dan 30 mm.

Berdasarkan grafik hasil pengujian mesin *ball mill* adalah dengan variasi bola baja yang berbeda dan tipe saringan yang berdeda yang menunjukkan hasil semakin besar diameter bola baja yang digunakan proses *ball mill* semakin banyak hasil serbuk yang didapatkan. Yakni pada variasi bola baja 30 mm dengan menggunakan saringan T61 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 1,17 gr, dengan menggunakan saringan T48 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 1,46 gr, dengan menggunakan saringan T32 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 1,74 gr, bola baja 28 mm dengan menggunakan saringan T61 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 0,94 gr, dengan menggunakan saringan T48 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 0,96 gr, dengan menggunakan saringan T32 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 1,41 gr, bola baja 16 mm dengan menggunakan saringan T61 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 0,78 gr, dengan menggunakan saringan T48 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 0,81 gr, dan dengan menggunakan saringan T 32 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 1,32 gr.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian pada aluminium dapat disimpulkan :

Dari hasil pengujian menggunakan material aluminium dengan perbandingan diameter bola baja dan tipe saringan yang berbeda maka didapatkan kesimpulan setelah dilakukannya pengujian, Yaitu pada variasi bola baja 30 mm dengan menggunakan saringan T61 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 1,17 gr, dengan menggunakan saringan T48 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 1,46 gr, dengan menggunakan saringan T32 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 1,74 gr, bola baja 28 mm dengan menggunakan saringan T61 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 0,94 gr, dengan menggunakan saringan T48 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 0,96 gr, dengan menggunakan saringan T32 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 1,41 gr, bola baja 16 mm dengan menggunakan saringan T61 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 0,78 gr, dengan menggunakan saringan T48 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 0,81 gr, dan dengan menggunakan saringan T 32 dengan waktu 1 jam didapatkan hasil 1,32 gr. Untuk hasil penggilingan material aluminium dengan tipe saringan T61, T48 dan T32 yang lebih halus adalah hasil yang menggunakan saringan T 61 dan dengan menggunakan saringan T32 adalah lebih kasar.

5.2 Saran

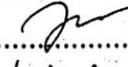
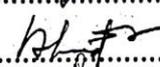
1. Untuk lebih menyempurnakan pembahasan mengenai pengujian ini, maka sebaiknya dilakukan penambahan bola baja dan variasi diameter bola baja yang lebih banyak.
2. Pada saat melakukan penyaringan serbuk aluminium, sebaiknya diperhatikan jenis saringan (kain *screen*) yang akan digunakan pada setiap tahap pengujian.
3. Perlu adanya pengembangan terhadap mesin ini sehingga dapat berguna untuk penelitian selanjutnya dengan melakukan penambahan instrument yang dapat membantu dalam pengujian dengan mesin *Ball Mill* ini.

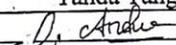
DAFTAR PUSTAKA

- B. I. Tartakovskii, Steel in Translation, and Z. Pater, Steel Research International. Special edition: Metal Forming,
- Gadang Priyotomo, 2006, *Pengaruh Penambahan Serbuk SiC & Al₂O₃ Terhadap Sikap Kekerasan Material berbasis Titanium*, Pusat Penelitian Metalurgi, Tangerang
- Harjanto.B, Suyitno., 2008, *Pengaruh Temperatur Tuang dan Temperatur Cetakan Pada High Pressure Die Casting (HPDC) Berbentuk Piston Paduan Aluminium – Silikon*. Laboratorium Teknik Bahan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- L. LU and M. O. LAI. “Mechanical Alloying”. Kluwer Academic Publishers. United States of America
- Nurhadi., 2010, *Studi Karakteristik Material Piston Dan Pengembangan Prototipe Piston Berbasis Limbah Piston Bekas*
- R.E. SMALIMAN dan R.J BISHOP “Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material” Erlangga Jakarta (2003) hal 145-148
- SLAVA CHICHELNITSKY “Milling As a Nanoparticle Preparation Technique” Ben-Gurion University of the Negev Department of Materials Engineering (2006)
- Totok Suwanda, 2006, *Optimalisasi Tekanan Kompaksi, Temperatur dan Waktu Sintering Terhadap Kekerasan dan Berat Jenis Aluminium Pada Proses Pencetakan Dengan Metalurgi Serbuk*, FT. UMY, Yogyakarta.
- Toto Rusianto, 2009, *Hot Pressing Metalurgi Serbuk dengan Variasi Suhu Pemanasan*. AKPRIND, Yogyakarta
- V. I. Kotenok, S. I. Podobedov, Metallurgist, and W. Quanxian, W. Qiping, X. Jianming, Journal of Materials Processing Technology
- Wildan, Rusianto, dan Rochardjo, 2005, *Pengaruh Kandungan Serbuk Alumina Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Bending Komposit Paduan Al-Si/Alumina*, FT. UGM, Yogyakarta.
- W. Q u a n x i a n, W. Q i p i n g, X. J i a n m i n g, Study on the method for groove design in the helical rolling of steel balls. Journal of Materials Processing Technology
- Widjanarko, dkk 2014. penelitian ini menggunakan ball mill dengan satu factor yaitu lama penggilingan.

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

Peserta Seminar
 Nama : Yudi Anggara
 NPM : 1407230115
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Diameter Bola Pada Mesin Bola Penghancur
 (ball Mill) Terhadap Tingkat Kehalusan Serbuk Alu -
 Minium .

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng	: 
Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	: 
Pemanding – I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pemanding – II : Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230196	ANDRE ANDANA	
2	1307230258	HANIL FAKHRIN	
3	1307230274	DEDI ARIANTO	
4	1307230068	MASTARI SOFI	
5	1407230002	YUDI SYAHPUTRA	
6	1407230010	NIKA DARMA	
7			
8			
9			
10			

Medan 28 Jum.Akhir 1440 H
 05 Maret 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin

 Affandi S.T.M.T

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

NAMA : Yudi Anggara
NPM : 1407230115
Judul T. Akhir : Pengaruh Diameter Bola Pada Mesin Bola Penghancur (Ball Mill Terhadap Tingkat Kehalusan Serbuk Aluminium.

Dosen Pembimbing - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembimbing - II : Ahmad MarabdiSrg.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : M. Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

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

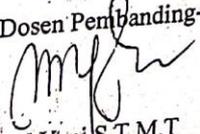
di buat pre draft skripsi

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- I

M. Yani.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Yudi Anggara
NPM : 1407230415
Judul T.Akhir : Pengaruh Diameter Bola Pada Mesin Bola Penghancur (Ball Mil Terhadap Tingkat Kehalusan Serbuk Aluminium.

Dosen Pembimbing - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembimbing - II : Ahmad MarabdiSrg.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

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

Perbaikan
alat
per

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 28 Jum.Akhir 1440H
05 Maret 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

Sudirman
Sudirman Lubis.S.T.M.T

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pengaruh Diameter Bola Pada Mesin Bola Penghancur (Ball Mill) Terhadap Tingkat Kehalusan Serbuk Aluminium

Nama : Yudi Anggara
NPM : 1407230115

Dosen Pembimbing 1 : Bekti Suroso, S.T., M.Eng
Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

No Hari/Tanggal Kegiatan Paraf

1. Senin, 30-07-18 Perbaiki penulisan pada Bab. I (Latar belakang, Batasan masalah, Tujuan)
2. Kamis, 02-08-18 Berikan Tinjauan pustaka dari beberapa hasil penelitian terdahulu.
3. Kamis, 22-11-18 Perbaiki gambar dan berikan sumbernya. Serta lampirkan rumus-rumus yang digunakan
4. Kamis, 03-01-19 Berikan keterangan ukuran ball mill yang digunakan. (standart)
5. Selasa, 22-01-19 Perbaiki kerimpitan dan penulisan Abstrac
6. Rabu, 30-01-19 Lanjut ke pembimbing II

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pengaruh Diameter Bola Pada Mesin Bola Penghancur (*Ball Mill*) Terhadap Tingkat Kehalusan Serbuk Aluminium

Nama : Yudi Anggara
NPM : 1407230115

Dosen Pembimbing 1 : Bekti Suroso, S.T., M.Eng
Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Rabu/06-02-19	Format Pendisaan Keterangan Gambar.	YAH
2.	Jumat/08-02-19	Tambahkan Penjelasan Alat.	YAH
3.	Senin/11-02-19	Perbaiki Hasil dan Pembahasan.	YAH
4.	Rabu/13-02-19	Perbaiki Kesimpulan dan Prosedur Percobaan.	YAH
5.	14/02/2019.	ACE persiapan seminar	YAH

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

1. Nama : YUDI ANGGARA
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : M.MUDA, 04-06-1996
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Agama : Islam
7. Alamat : Dusun V Melati, Sei Karang Galang
8. No. Hp : 082274668317
9. Email : yudhianggara13@gmail.com

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDDIIKAN FORMAL	TAHUN
1	SD NEGERI 101970 SEI KARANG	2002 - 2008
2	SMP YPAK PTPN III SEI KARANG	2008 – 2011
3	SMK AWAL KARYA PEMBANGUNAN GALANG	2011 - 2014
5	Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2014 - 2019