

**PERANCANGAN MESIN *PLANETARY BALL-MILL* TIPE
VERTIKAL UNTUK MENGHALUSKAN PASIR SILIKA**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu Teknik
Pada Program Studi Fakultas Teknik Mesin
Universitas Islam Riau*



DISUSUN OLEH:

ANDRIFANL
NPM : 14.331.0498

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

DAFTAR ISI

COVER

DAFTAR ASISTENSI

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... iv

DAFTAR GAMBAR..... viii

DAFTAR TABEL x

ABSTRAK xi

ABSTRACT xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 2

1.3. Tujuan Perancangan 2

1.4. Batasan Masalah..... 3

1.5. Sistematika Penulisan 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perancangan 5

2.2. Konsep Perancangan 6

2.3. Pasir Silika 8

2.3.1. Sifat fisik silika 9

2.3.2. Manfaat pasir silika..... 10

2.4. *Ball mill* 11

2.5. Jenis-jenis mesin *ball mill* 12

2.5.1. *Planetary ball mill* 12

2.5.2. *Hummer mill* 13

2.5.3. *Roller mill* 15

2.6. Bola penumbuk(Ball).....	16
2.6.1. <i>Ball Stainless Steel</i>	16
2.6.2. Bola alumina	17
2.6.3. Bola Zikornia	17
2.6.4. Gaya bola penumbuk	18
2.7. <i>Planetary gear set</i>	19
2.7.1. Cara kerja <i>Planetary gear</i>	21
2.8. Motor Penggerak.....	21
2.8.1. Motor Listrik.....	22
2.8.2. Motor Diesel	23
2.8.3. Motor Bensin	24
2.9. Poros.....	26
2.9.1. Macam-macam poros.....	26
2.9.2. Hal-hal penting dalam perancangan poros.....	27
2.9.3. Daya Rencana	30
2.9.4. Momen Puntir	30
2.9.5. Tegangan geser	30
2.9.6. Menentukan diameter poros.....	31
2.10. Kopling.....	31
2.10.1. Klasifikasi kopling	31
2.11. Bantalan	34
2.11.1. Klasifikasi bantalan.....	35
2.11.2. Perbandingan antara bantalan luncur dan gelinding	35
2.11.3. Umur bantalan.....	36
2.12. <i>Bowl</i>	37

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

3.1. Diagram alir perancangan	38
3.2. Waktu dan Tempat	40
3.3. Sketsa rancangan.....	40
3.4. Pemilihan bahan	42
3.5. Alat dan Bahan.....	42

3.5.1. Alat.....	42
3.5.2. Bahan	47
3.6. Langkah pengerjaan	53
3.7. Pengujian mesin <i>planetary ball mill</i>	54

BAB IV PERHITUNGAN DAN HASIL DATA

4.1. Motor Penggerak	55
4.2. Bowl (tabung).....	55
4.3. Bola Penumbuk	57
4.4. Energi kinetic bola.....	58
4.5. Rumah Bowl.....	60
4.6. Planetary Gear	61
4.7. Gaya bola dalam bowl.....	65
4.8. Poros.....	67
4.8.1. Bahan poros.....	67
4.8.2. Faktor koreksi puntiran dan lenturan	71
4.9. Gaya planetary gear.....	73
4.10. Gaya total	74
4.11. Daya total mesin	74
4.12. Bantalan.....	75
4.13 Gambar hasil rancangan	77
4.14. Hasil pengujian.....	79
4.15. Kapasitas produksi	79

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....83

5.2. Saran.....84

DAFTAR PUSTAKA85

LAMPIRAN



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pasir Silika.....	8
Gambar 2.2. <i>Ball Mill</i>	12
Gambar 2.3. <i>Planetary Ball Mill</i>	14
Gambar 2.4. Mesin <i>Hummer Mill</i>	14
Gambar 2.5. <i>Roller Mill</i>	15
Gambar 2.6. Bola penumbuk	16
Gambar 2.7. Ball Stainless Stell.....	17
Gambar 2.8. Ball Alumina	17
Gambar 2.9. Ball Zirkonia	18
Gambar 2.10 Gaya bola penumbuk.....	18
Gambar 2.11. <i>Planetary Gear Set</i>	19
Gambar 2.12. Motor Listrik	23
Gambar 2.13. Motor Diesel.....	23
Gambar 2.14. Motor Bensin.....	24
Gambar 2.15. Poros.....	28
Gambar 2.16. Kopling bus	33
Gambar 2.17. Kopling flens kaku	33
Gambar 2.18. Kopling flens tempa	34
Gambar 2.19. Macam-macam bantalan	36
Gambar 2.20. <i>Bowl</i>	37
Gambar 3.1. Diagram alir.....	38
Gambar 3.2. Sketsa Rancangan.....	41
Gambar 3.3. Mesin las listrik	43
Gambar 3.4. Elektroda	43
Gambar 3.5. Gerinda tangan	44
Gambar 3.6. Bor tangan	44
Gambar 3.7. Siku Ukur L.....	45
Gambar 3.8. Timbangan digital	45
Gambar 3.9. Stopwatch	46
Gambar 3.10. <i>Test shieve</i>	46

Gambar 3.11. Besi UNP.....	47
Gambar 3.12. <i>Planetary gear set</i>	48
Gambar 3.13. Rancangan <i>Bowl mill</i>	48
Gambar 3.14. Poros <i>Sun Gear</i>	49
Gambar 3.15. Bantalan.....	49
Gambar 3.16. Koppler.....	50
Gambar 3.17. Kedudukan rumah <i>bowl mill</i>	51
Gambar 3.18. Rumah <i>bowl mill</i>	51
Gambar 3.19. Motor Listrik	52
Gambar 3.20. Baut mur.....	52
Gambar 3.21. Besi plat 1 mm	53
Gambar 4.1. Diagram proses perancangan	55
Gambar 4.2. Bowl (tabung).....	56
Gambar 4.3. Energi pada bola.....	59
Gambar 4.4. Kedudukan bowl (tabung).....	61
Gambar 4.5. <i>Planetary gear set</i>	61
Gambar 4.6. Bola dalam bowl.....	65
Gambar 4.7. Poros.....	72
Gambar 4.8. Sketsa rancangan	77
Gambar 4.9. Grafik putaran 200 Rpm.....	81
Gambar 4.10 Grafik putaran 300 Rpm.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi kimia pasir silika.....	9
Tabel 2.2. Sifat-sifat pasir silika	10
Tabel 2.3. Spesifikasi motor listrik	22
Tabel 2.4. Spesifikasi motor bakar bensin dan diesel	25
Tabel 2.5. Baja paduan untuk poros.....	29
Tabel 2.6. Faktor koreksi daya yang ditransmisikan.....	30
Tabel 2.7. Ukuran Kopling flens.....	34
Tabel 4.1. Panduan ukuran pipa.....	60
Tabel 4.2. Hasil pengujian	79

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

PERANCANGAN MESIN *PLANETARY BALL-MILL* TIPE VERTIKAL UNTUK MENGHALUSKAN PASIR SILIKA

Andrifan¹ DediKarni² Kurnia Hastuti³

Mahasiswa program studi mesin, fakultas teknik universitas islam riau

e-mail :andrifan@student.uir.ac.id

Jalan kaharudin nasution no.133 perhentian marpoyan

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan Perancangan Mesin Planetary Ball Mill Untuk Menghaluskan Pasir Silika. Perancangan ini dilakukan karena adanya kebutuhan alat penghalus pasir silika yang akan digunakan untuk keperluan pembuatan pellet dan serbuk keramik. Proses perancangan mesin ini dilakukan dengan tahapan yaitu perancangan dan penjelasan fungsi, perancangan konsep produk (gambar kerja). Analisis teknik meliputi daya dan kecepatan pada poros. Tenaga penggerak mesin penghalus pasir silika ini berupa motor listrik 1 HP putaran 1440 Rpm. Hasil dari perancangan mesin penghalus pasir silika dengan kapasitas penghalusan 300 mg masing-masing bowl mill, dan dimensi mesin panjang 50 cm x lebar 50 cm x tinggi 100 cm, rangka menggunakan besi UNP 5 mm. Pengujian mesin penghalus pasir silika ini dilakukan dengan cara diberikan putaran dan waktu yang berbeda. Dimana hasil dari penghalusan pasir silika dengan ukuran mesh 50 mm dengan berat 300 mg dan dapat menghasilkan kehalusan yang diharapkan yaitu mesh 100 dan 200. Hasil kinerja mesin ini menunjukkan hasil yang cukup baik.

Kata kunci : Pasir silika, *Planetary ball mill*, *bowl mill*

Keterangan :

1. Mahasiswa
2. Dosen Pembimbing I
3. Dosen Pembimbing II

THE DESIGN OF PLANETARY BALL MILL ENGINE WITH VERTICAL TYPE FOR SMOOTH SILICA SAND

Andrifan¹, Dedikarni², Kurnia Hastuti³

The student of mechanical study program of mechanical engineering faculty, Riau Islamic University

Email : andrifan@student.uir.ac.id

Kaharuddin Nasution street no 133

ABSTRACK

This design is done because the need for silica sand milling wich will be used for make ceramic pellets and powders. This engine process doing by step : Design and explaration of function product, concept design (Shop drawing). Technical analysis includes power and speed of shaft. Silica sand milling as electrical motor with mover power use 1 HP 1440 RPM. Result of design planetary ball milling with capacity 300 mg for each bowl mill and machine dimensions with length 50 cm x 50 cm x height 100 cm and frame using UNP irons 5 mm. Testing of silica sand milling doing give out different time. Result of silica sand milling with size of 50 mm mesh and weight 300 mg, can produce expect of fineness is 100 and 200 mesh. Performance results of this machine show good result.

Keyword : Silica Sand, Planetary ball milling, Bowl mill

Note :

1. Author
2. Lecturer Supervisor I
3. Lecturer Supervisor II

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pasir silika adalah bahan galian yang terdiri atas Kristal-kristal (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal pasir putih yang merupakan pelapukan batuan mineral utama seperti kuarsa dan feldspar. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di danau, sungai dan laut (Muliawan,2016)

Pemanfaatan pasir silika banyak digunakan dalam industry sebagai bahan campuran pembuatan keramik, kaca, semen, dan pengecoran logam. Namun dalam sebelum pemanfaatan pasir silika harus dilakukan beberapa tahapan, salah satunya tahap grinding pada pasir silika untuk mendapatkan ukuran mikro hingga nanopartikel.

Dalam proses grinding banyak jenis-jenis alat yang digunakan dalam skala industry maupun laboratorium, yaitu *powder grinding plant*, *crusher mill*, *stone crushing plant* dan *ball mill* yang mempunyai bentuk-bentuk yang berbeda-beda.

Penggilingan bola (*Ball mill*) adalah salah satu alat industri yang berperan dalam bidang industri maupun produksi, dimana *ball mill* mempunyai karakteristik mesin penghancur jenis dalam skala besar ataupun kecil. Prinsip dari metode *ball mill* ini ialah menggunakan sejumlah bola penumbuk dalam sebuah tabung *ball mill* yang berputar sehingga bola-bola berputar pada dinding *ball mill* selanjutnya menumbuk material sehingga

menyebabkan fragmentasi pada struktur material menjadi ukuran yang sangat halus (Widjanarko dkk 2014).

Mesin *ball mill* sebelumnya sudah diteliti salah satu alat *milling* dengan sistem transmisi pulley dan berbentuk horizontal yang dibuat oleh (Candra, 2017). Namun kekurangan alat ini ialah tidak dapat dicampur dengan cairan fluida (*Methanol*) ketika dilakukan *milling*.

Dalam permasalahan diatas pada penelitian ini rancang alat *planetary ball mill* tipe vertikal dengan sistem penggerak Motor listrik 1 Hp putaran 1440 rpm. Kelebihan dari alat ini yaitu dapat ditambahkan cairan fluida (*Methanol*) ketika dilakukan penghalusan pasir silika.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, maka permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang mesin *Planetary Ball Mill* tipe vertikal ?
2. Bagaimana menentukan daya dan putaran penggerak mesin *planetary ball mill*?
3. Bagaimana komponen-komponen utama pada mesin *planetary ball mill* ?

1.3. Tujuan Perancangan

Maka tujuan dari perancangan mesin *Planetary Ball-Mill* untuk menghaluskan pasir silika ini adalah :

1. Untuk mendapatkan mesin *Planetary Ball Mill* tipe *vertical* untuk menghaluskan pasir silika
2. Untuk mendapatkan daya dan putaran penggerak mesin *planetary ball mill*
3. Untuk mendapatkan komponen-komponen pada mesin *planetary ball mill*

1.4. Batasan Masalah

Dalam perancangan ini penulis membuat batasan-batasan masalah untuk menghindari pembahasan yang tidak perlu, adapun masalah yang akan dibahas adalah :

1. Gear yang digunakan jenis *planetary gear set*
2. Motor listrik yang digunakan dengan spesifikasi 1 hp dengan putaran 1440 Rpm
3. Tidak menghitung kekuatan rangka
4. Rangka terbuat dari bahan besi UNP 5
5. Pasir silika yang diharapkan kehalusan pada mesh 100 dan 200

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Proposal Sarjana ini terdapat penjelasan bab-bab yang akan di bahas, diantaranya adalah :

BAB I

Pendahuluan, Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

BAB II

Tinjauan Pustaka, Pasir Silika, Jenis-Jenis Mesin *ball mill*, Klasifikasi *ball mil*, *planetary ball mill*, *bown mill*, *ball bearing*, motor listrik, poros.

BAB III

Metodologi Perancangan, Diagram Alir, Waktu dan Tempat, Alat dan Bahan, Rumus-rumus yang digunakan, langkah pengerjaan dan proses pengujian mesin *planetary ball mill*.

BAB IV

Perhitungan dan Hasil Pengujian. Proses Perancangan. Motor Penggerak. Planetary Gear. Diameter Poros. Daya Poros. Putaran Ball Mill. Gaya Ball mill. Bantalan. Dan Hasil Milling.

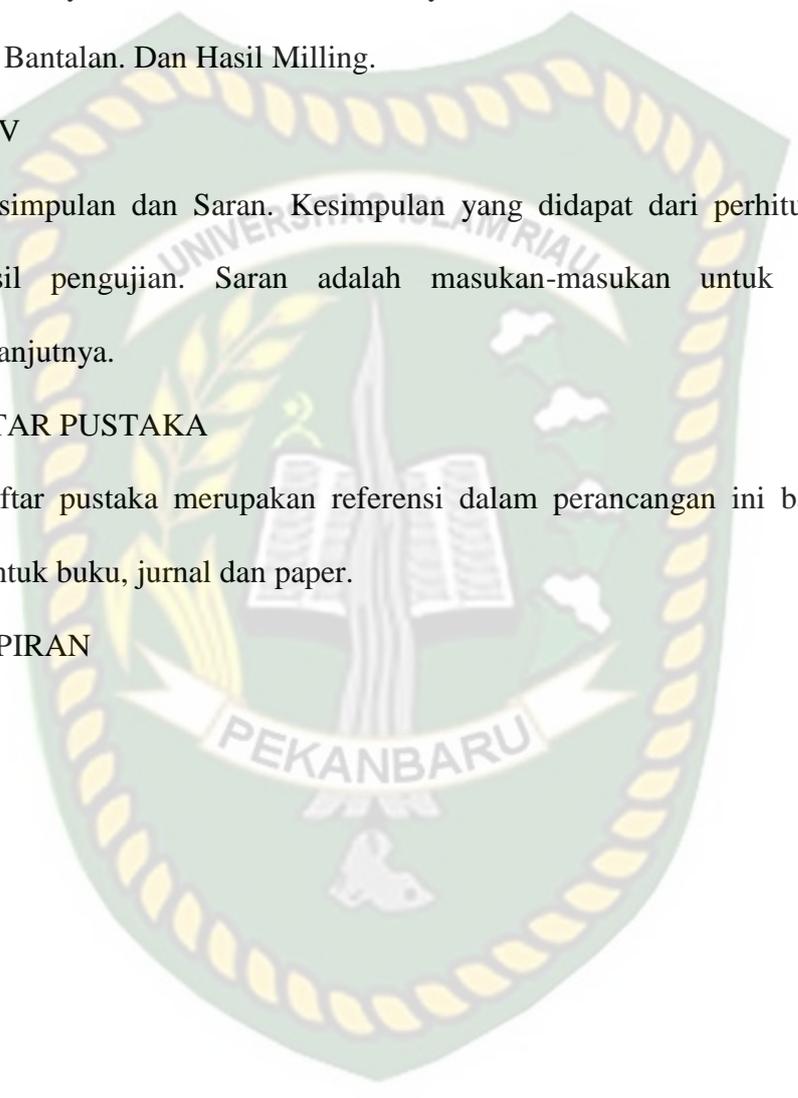
BAB V

Kesimpulan dan Saran. Kesimpulan yang didapat dari perhitungan dan hasil pengujian. Saran adalah masukan-masukan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka merupakan referensi dalam perancangan ini baik dalam bentuk buku, jurnal dan paper.

LAMPIRAN



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perancangan

Perancangan merupakan rencana atau gambar yang dihasilkan untuk menunjukkan tampilan dan fungsi atau kerja bangunan, pakaian, atau benda lain sebelum dibangun atau dibuat. Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), perancangan merupakan proses atau cara merancang, dan merancang itu sendiri berarti mengatur segala sesuatu sebelum bertindak atau melakukan sesuatu, jadi dapat di maknai bahwa perancangan adalah proses yang dilakukan sebelum menghasilkan suatu rancangan.

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian dalam proses pembuatan produk. Tahapan perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusulnya Dharmawan, (2004). Sehingga, sebelum sebuah produk dibuat terlebih dahulu dilakukan proses perancangan yang nantinya menghasilkan sebuah gambar sketsa atau gambar sederhana dari produk yang akan dibuat. Gambar sketsa yang telah dibuat kemudian digambar kembali dengan aturan gambar sehingga dapat dimengerti oleh semua orang yang ikut terlibat dalam proses pembuatan produk tersebut.

Perancangan mesin berarti perancangan dari sistem dan segala yang berkaitan dengan sifat mesin–mesin, produk, struktur, alat-alat, dan instrument. Dalam sebuah perancangan khususnya perancangan mesin banyak menggunakan berbagai ilmu yang harus diterapkan kedalamnya.

Ilmu-ilmu itu digunakan untuk mendapatkan sebuah rancangan yang baik, pada umumnya ilmu-ilmu yang diterapkan antara lain matematika, ilmu mekanika teknik dan ilmu bahan.

Sebuah perancangan merupakan suatu rangkaian kegiatan yang berurutan dari satu langkah ke langkah berikutnya. Dengan kegiatan yang berurutan ini maka perancangan sering juga disebut proses perancangan karena mencakup banyak hal didalamnya. Perancangan itu sendiri terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan, karena itu perancangan disebut sebagai proses perancangan yang mencakup kegiatan-kegiatan dalam proses perancangan disebut fase. Fase-fase dalam proses perancangan berbeda satu dengan yang lainnya.

2.2.Konsep Perancangan

Para ahli telah banyak menggunakan teori perancangan suatu alat atau mesin untuk mendapatkan suatu hasil yang maksimal. Untuk mendapatkan hasil rancangan yang memuaskan secara umum harus mengikuti beberapa langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menyelidiki dan menemukan masalah yang ada di masyarakat.
2. Menentukan solusi-solusi dari masalah prinsip yang dirangkai dengan melakukan rancangan pendahuluan.
3. Menganalisa dan memilih solusi yang baik dalam menguntungkan.
4. Membuat detail rancangan dari solusi yang telah dipilih.

Meskipun langkah desain telah dilalui, akan tetapi hasil yang sempurna sebuah desain permulaan sulit dicapai, untuk itu perlu diperhatikan hal-hal berikut ini dalam pengembangan lanjut sebuah hasil desain sampai mencapai titik tertentu, yaitu hambatan yang timbul, cara mengatasi efek samping yang tidak terduga. Kemampuan untuk memenuhi tuntutan pemakain, menganjurkan mengikuti proses tahapan desain sebagai berikut :

1. Bentuk rancangan yang harus dibuat, hal ini berkaitan dengan desain yang telah ada, pengalaman yang dapat diambil dengan segala kekurangannya serta faktor-faktor utama yang sangat menentukan bentuk konstruksinya.
2. Menentukan ukuran-ukuran utama dengan berpedoman pada perhitungan kasar.
3. Menentukan alternatif-alternatif dengan sket tangan yang didasarkan dengan fungsi yang dapat diandalkan, daya guna mesin yang efektif, biaya produksi yang rendah, dimensi mesin mudah dioperasikan, bentuk yang menarik dan lain-lain.
4. Memilih bahan, hal ini sangat berkaitan dengan kehalusan permukaan dan ketahanan terhadap keausan, terlebih pada pemilihan terhadap bagian- bagian yang bergesekkan seperti bantalan luncur dan sebagainya.
5. Mengamati desain secara teliti, telah menyelesaikan desain, konstruksi diuji berdasarkan faktor-faktor utama yang menentukan.

6. Merencanakan sebuah elemen dan gambar kerja bengkel, setelah merancang bagian utama, kemudian ditetapkan ukuran-ukuran terperinci dari setiap elemen.
7. Gambar kerja langkah dan daftar elemen, setelah semua ukuran elemen dilengkapi baru dibuat gambar kerja lengkap dengan daftar elemen. Didalam gambar kerja lengkap hanya diberikan ukuran *assembling* dan ukuran luar setiap elemen diberi nomor sesuai daftar.

2.3.Pasir Silika

Pasir Silika atau pasir kuarsa (*silica sand*) adalah salah satu material tambang dan merupakan varietas pasir tambang yang paling umum ditemukan. Di dunia perindustrian, pemakaian pasir silika cukup pesat, baik langsung sebagai bahan baku industry maupun bahan pelengkap. Biasanya bentuk silika yang tersedia di alam bebas berikatan dengan oksigen (sebagai oksida) contohnya saja silika oksida yang terdapat pada pasir kuarsa, batuan kuarsit. Pasir silika tersebut banyak terdapat di beberapa daerah di Indonesia khususnya di Jawa (daerah Tuban dan Rembang), di Sumatera (daerah Bangka Belitung), di Kalimantan (daerah Palangkaraya), dan Pulau Rupa.



Gambar 2.1 Pasir Silika

Silika atau dikenal dengan silikon dioksida (SiO_2) merupakan senyawa yang banyak ditemui dalam bahan galian yang disebut pasir kuarsa, terdiri atas kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih yang merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa dan feldstar. Pada umumnya senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan tersebut terdiri atas oksida besi, oksida kalsium, oksida alkali, oksida magnesium, lempung dan zat organik hasil pelapukan hasil hewan dan tumbuhan. Secara umum pasir kuarsa di Indonesia mempunyai komposisi kimia seperti yang ditampilkan pada Tabel berikut :

Tabel 2.1 Komposisi kimia pada pasir silika

Komponen	Kandungan (%)
SiO_2	55,30 – 99,87
Fe_2O_3	0,01 – 9,14
Al_2O_3	0,01 – 19,00
Ti_2O_2	0,01 – 0,49
CaO	0,01 – 3,24
MgO	0,01 – 0,26
K_2O	0,01 – 1,00

2.3.1. Sifat fisik pasir silika

Silika biasanya diperoleh melalui proses penambangan, dimulai dari menambang pasir kuarsa sebagai bahan baku. Pasir kuarsa tersebut kemudian dilakukan proses pencucian untuk membuang kotoran yang kemudian dipisahkan dan dikeringkan kembali sehingga diperoleh pasir dengan kadar SiO_2 yang lebih tinggi dari sebelumnya. Sifat-sifat fisik pasir mineral silika dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2.2 sifat-sifat pada pasir silika

Warna	Putih atau warna lain tergantung senyawa pengotornya, misalnya kekuningan untuk yang mengandung Fe
Kekerasan	7 (skala mohs)
Berat jenis	2,65
Titik lebur	1715°C
Bentuk Kristal	Hexagonal
Panas spesifik	0,185
Panas konduktifitas	12 – 100°C

2.3.2. Manfaat pasir silika

Pasir silika dimanfaatkan dalam berbagai industri, diantaranya:

1. Pasir silika untuk sand blasting. Sand blasting adalah teknik membersihkan kerak / karat di mesin / logam dengan semprotan pasir silika tekanan tinggi. biasanya ukuran mesh 8×30 yang dipakai di sana. ada beberapa industri yang rutin membutuhkan pasir silika.
2. Sebagai bahan tambahan pada industri genteng metal/logam agar meredam suara hujan.
3. Sebagai bahan baku semen / mortar / ready mix.
4. Sebagai bahan baku pabrik keramik.
5. Pada pengolahan air untuk penjernihan dengan menyerap lumpur, tanah, dan sedimen.
6. Pada industri bahan abrasit yaitu amplas / sand blasting.
7. Sebagai bahan utama industri berbentuk silika tepung/silika flour yaitu untuk industri gelas/kaca ($\text{SiO}_2 > 98\%$), industry semen (SiO_2 sebanyak 21,3%), industri tegel/keramik (pembentuk sifat licin/mudah dibersihkan), industri pembuatan ferosilikon dan silikon carbida, dan industri mikrochip/komponen elektronika (ukuran nano silika)

8. Bahan tambahan/campuran dalam industri cor/precast (ukuran mikro silika), perminyakan/pertambangan, bata tahan api (refraktori).
9. Bahan campuran sebagai bahan pengeras pada industri karet/ban /cat (ukuran nano silika).

2.4. Ball Mill

Ball mill adalah salah satu alat yang industri yang dapat digunakan untuk memproduksi struktur material mikro hingga nanomaterial. Bagian dari *ball mill* terdiri dari sebuah tabung (*bowl mill*) wadah material dan bola-bola penghancur. Dimana *ball mill* ini bisa digerakkan secara rotasi maupun vibrasi dengan frekuensi tinggi. Gerakan rotasi atau vibrasi ini dapat di variasikan sesuai kebutuhan. Sehingga material yang berputar antara bola penghancur dan dinding *bowl mill* akan saling bertumbukkan menghasilkan deformasi pada material tersebut. Deformasi inilah yang menyebabkan fragmentasi struktur material terpecah menjadi susunan yang lebih kecil (Fahlevi, 2010).

Mesin ini sanggup menghancurkan material keras hingga menjadi partikel – partikel kecil yang biasanya digunakan dalam proses pembuatan keramik. Mesin *bowl mill* memang bukan mesin untuk penggunaan umum karena mesin ini hanya di peruntukan untuk kebutuhan industri semakin besar industri tersebut semakin besar pula kebutuhan akan mesin grinding. *Ball* berarti bola sedangkan *mill* merupakan mesin penghancur terlihat pada gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2. *Ball Mill*

2.5. Jenis-jenis mesin *ball mill*

Adapun jenis-jenis mesin *ball mill* adalah sebagai berikut :

2.5.1. *Planetary Ball Mill*

Planetary ball mill ini merupakan jenis mesin skala kecil yang biasanya digunakan untuk laboratorium menggiling sampel material menjadi ukuran terkecil. *Planetary ball mill* ini terdiri dari paling sedikit satu *bowl mill* penggiling yang disusun secara eksentris pada roda matahari. Dimana arah pergerakan dari roda matahari berlawanan dengan tabung *bowl mill* tersebut, seperti pada gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3. *Planetary Ball Mill*

Technical Data

Working Principle	impact and friction force
Grinding Tools	grinding jars and grinding balls
Suitable Grinding Jars	0.1L/0.25L optional
Max Loading Capacity	2/3 of the jar volume
Max Feed Size	10mm
Final Fineness	< 0.1 μ m
Feed Materials	hard, medium-hard, soft, fibrous, brittle, moist - dry/wet
Rotational Speed of Grinding Jar	800rpm
Transmission Ratio (planetary disk/grinding jar)	$i_{relative} = 1 : -2$
Transmission Mode	gear transmission
Number of Grinding Station	4
Electrical Details	220VAC, 50Hz, 0.75KW
Max Continuous Grinding Time (full-load)	72hours
Weight	100KG
Dimension (L*W*H)	830*480*550mm
Noise Level	< 70dB

2.5.2. Hummer Mill

Jenis mesin *hummer mill* ini berfungsi untuk merubah ukuran suatu bahan baku produksi menjadi butiran-butiran tepung yang sangat halus. Dimana mesin penepung ini digunakan dalam industry atau pabrik untuk proses penggilingan gandum, pakan ternak, penghancur kompos organic dan lain-lain.

Ada beberapa struktur yang terdapat pada mesin *hummer mill* ini yaitu :

1. *Foundation* adalah salah satu bagian dasar mesin yang berfungsi untuk menghubungkan dan menopang seluruh bagian mesin serta sebagai tempat hasil dari produksi keluar.
2. *Rotor* adalah salah satu bagian yang berfungsi sebagai penggerak utama kinerja mesin. Terdiri dari poros utama, piringan bingkai, piringan penghancur, dan landasan. Bagian ini merupakan bekerja dengan kecepatan yang sangat tinggi. Oleh karena itu diperlukan

pemeriksaan keseimbangan setiap komponen sebelum mesin dijalankan.

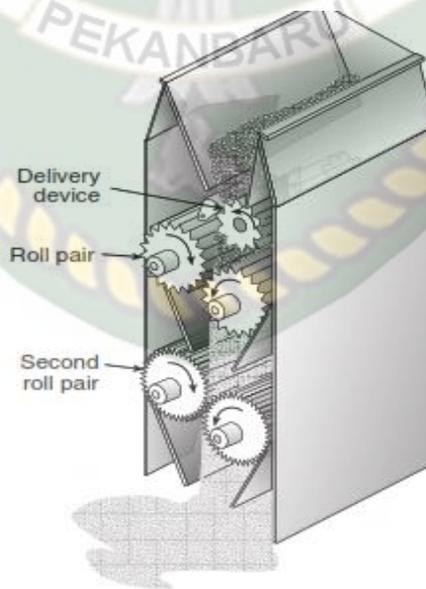
3. *Opening door* adalah salah satu bagian yang berfungsi untuk pintu melihat dan memeriksa komponen-komponen yang berada di dalam mesin. Dengan ini memungkinkan kita untuk membersihkan saringan dan mengganti pisau penghancur dengan lebih mudah.
4. Kesing bagian atas berfungsi untuk penghubung antara bagian atas mesin dengan bagian bawah. Selain itu juga berfungsi untuk pengapit saringan dan memberikan ruangan produksi yang cukup bersama-sama dengan rotor.
5. *Feading guide structure* adalah salah satu bagian yang berfungsi untuk pintu masuk bahan baku produksi.



Gambar 2.4. Mesin *Hummer Mill*
(Rifki dkk, 2014)

2.5.3. *Roller Mill*

Roller Mill digunakan untuk mengurangi ukuran melalui kombinasi gaya dan bentuk desain. Jika *Roller Mill* berputar pada kecepatan yang sama, maka kompresi yang utama adalah gaya yang digunakan. Jika gulungan berputar pada kecepatan yang berbeda, geser dan kompresi adalah kekuatan utama yang digunakan. Jika gulungan memiliki alur, komponen pencabutan atau penggilingan akan semakin kuat. Alur kasar memberikan pengurangan ukuran yang lebih sedikit dibandingkan baik alur halus. Alur kasar menciptakan sedikit kebisingan atau polusi debu yang terkait tepat pabrik roller yang dirancang dan dipelihara. Mereka lebih lambat kecepatan operasi tidak menghasilkan panas, dan ada sangat sedikit kehilangan kelembaban (Kim Korch, 2002). Ilustrasi dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut :



Gambar 2.5. Mesin *Roller Mill*
(Kim Koch, 2002)

2.6. *Ball* (Bola Penumbuk)

Ball atau bola-bola penumbuk berfungsi sebagai alat penghancur pasir dengan cara menumbukan *ball* (bola-bola penumbuk) didalam mangkok. Bola- bola penumbuk (*ball*) berbahan dasar keramik yang berdiameter 0,4 cm.



Gambar 2.6 Bola-bola penumbuk (*ball mill*)

2.6.1. Jenis-Jenis Bola penumbuk (*Ball*)

1. *Ball Stainless Stell*

Bola penumbuk *stainless stell* adalah bola penghalus yang paling banyak digunakan untuk menumbuk logam dan bahan non-logam. Biasanya jenis bola digunakan tergantung penggunaannya sesuai dengan bahan yang dihaluskan. Persyaratan, bahan yang digunakan dalam pembuatan mangkok *stainless steel* adalah bahan stainless stell 304 dan AISI 440c dengan diameter 5mm.



Gambar 2.7 *Ball Stainless Stell*

2. Bola Alumina

Bola penumbuk alumina adalah untuk menghilangkan sebagian besar kontaminasi selama proses penggilingan. Bola alumina berdiameter 12,7mm digunakan sebagai media penumbuk. Bahan utama dari mangkok alumina adalah aluminium oxide Al_2O_3 .



Gambar 2.8 *Ball alumina*

3. Bola Zirkonia

Bola penumbuk zirkonia adalah bola yang memiliki kelebihan kekerasan tinggi, ketangguhan tinggi, tahan panas dan tahan korosi. Kekerasan dan kekuatannya hampir tidak dapat diubah bahkan dalam kondisi $600^{\circ}C$. Efisiensi penghalusnya tinggi, bola ini tidak mudah pecah dan retak karena rasio abrasinya hanya setengah dari manik-manik

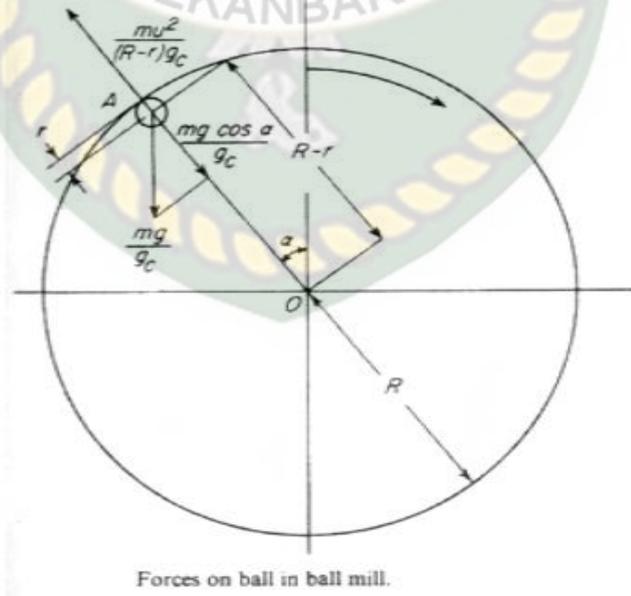
zirkonium silikat Bahan utama dari mangkok zirkonia adalah zirkonium oksida ZrO_2 dengan massa jenis $6,51 \text{ g/cm}^3$.



Gambar 2.9 Ball zirkonia
(Sumber : Yungfeng, 2013)

1. Gaya Bola Penumbuk (F)

Karena gaya sentrifugal akibat putaran silinder mill, bola menempel pada dinding dalam mill dan terangkat bersamaan dengan putaran mill.



Gambar 2.10 Gaya bola penumbuk

Maka dapat dihitung gaya sentrifugal :

$$F_{sp} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

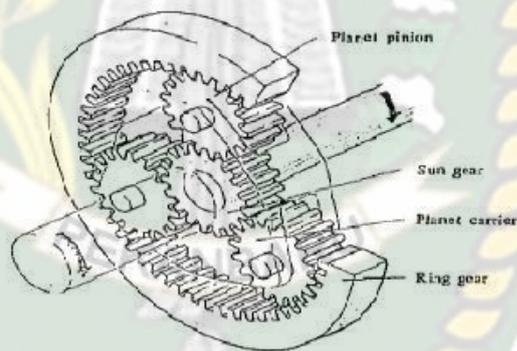
Dimana

F_{bb} = gaya sentrifugal (N)

r = jari-jari tabung - $\frac{1}{2}$ jari-jari bola

2.7. Planetary Gear Set

Planetary gear Set merupakan sistem *gear* yang terdiri dari lebih *gear* keluaran, dari *planet gear* nya. *Planetary gear seat* ini menyediakan peningkatan kecepatan, pengurangan kecepatan, perubahan arah, netral dan *direct drive*. *Planetary gear set* juga memberikan variasi kecepatan di setiap tingkatan pengoperasian, bagian-bagian *planetary gear set* yaitu :



Gambar 2.11. *Planetary Gear Set*

2. Modul roda gigi (m)

$$m = \frac{d}{z} \dots\dots\dots \text{pers (2.2)}$$

Dimana :

m = Modul roda gigi

d = Diameter roda gigi

z = Jumlah gigi

3. Perbandingan roda gigi (i)

Perbandingan antara jumlah gigi yang digerakkan dan gigi yang menggerakkan.

$$i = \frac{z_2}{z_1} \dots \dots \dots \text{Pers (2.3)}$$

Dimana :

i = Rasio perbandingan gigi

z_2 = Jumlah Gigi Planet Gear

z_1 = Jumlah Gigi Sun Gear

4. Putaran planet gear (i)

$$i = n_1 d_1 = n_2 \cdot d_2 = n_3 d_3 \dots \dots \dots \text{pers (2.4)}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Dimana :

n_1 = putaran sun gear (rpm)

d_1 = Diameter sun gear (mm)

d_2 = Diameter planet gear (mm)

5. Perhitungan roda gigi perantara (Carier)

Dapat di tulis dengan persamaan berikut :

$$N_s : N_c = (R+S) : S$$

$$\frac{N_s}{N_c} = \frac{(R + S)}{S}$$

6. Torsi pada planet gear (T_2)

$$T_2 = \frac{9,551 W}{n_2} \dots\dots\dots \text{pers (2.8)}$$

Dimana :

T_2 = Torsi planet gear (kg.mm)

n_2 = Putaran planet gear (rpm)

2.7.1. Cara kerja *planetary gear*

Komponen dari *planetary gear set* terdiri dari *sun gear*, *pinion gear*, dan *ring gear* dimana berputar atau ditahan. Salah satu dari tiga komponen tersebut dapat digunakan sebagai penggerak atau komponen input. Pada saat bersamaan komponen lain akan tetap berputar dan kemudian menjadi komponen ditahan diam. Selanjutnya ketiga komponen menjadi bagian yang digerakkan atau *output*. Tergantung lagi pada komponen yang menjadi penggerak, yang ditahan, dan yang digerakkan. Peningkatan kecepatan akan dihasilkan *planetary gear*. Arah *output* bisa dibalik dengan berbagai kombinasi.

2.8. Motor Penggerak

Motor adalah mesin yang menjadi tenaga penggerak, dan penggerak itu sendiri adalah alat untuk menggerakkan. Jadi motor penggerak adalah alat yang digunakan untuk menggerakkan benda. Motor penggerak berfungsi sebagai alat penghasil putaran. Pada perancangan ini motor penggerak digunakan untuk menggerakkan poros pisau pengupas. Berikut ini di kemukakan jenis-jenis motor penggerak, yaitu :

2.8.1. Motor Listrik

Motor listrik merupakan mesin yang mengubah energy listrik menjadi energy mekanis, motor listrik ini digunakan untuk menggerakkan berbagai peralatan, biasanya dalam industry dan pengangkutan. Pada umumnya motor listrik digunakan untuk menggerakkan elemen mesin seperti, *pulley* dan poros. Dimana motor listrik ini mempunyai kelebihan dibandingkan alat-alat penggerak jenis lain, karena motor listrik dapat dikonstruksikan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik penggerakan, antara lain : 1) bisa dibuat dalam berbagai ukuran tenaga, 2) mempunyai batas-batas kecepatan yang luas, 3) pelayangan operasi mudah dan pemeliharaannya mudah, 4) bisa di kendalikan dengan manual atau otomatis.

Motor listrik memiliki daya dan putaran yang berbeda-beda seperti pada table 2.3 berikut :

Table 2.3. Spesifikasi Motor Listrik

No.	Daya (HP)	Putaran (n) (rpm)	Frekuensi (HZ)	Keterangan
1	0,25	1420	50	AC 1Fase
2	0,5	1400	50	AC 1Fase
3	0,5	1420	50	AC 1Fase
4	0,5	2840	50	AC 1Fase
5	0,75	1430	50	AC 1Fase
6	0,75	2850	50	AC 1Fase
7	1	1400	50	AC 1Fase
8	1	1440	50	AC 1Fase
9	1	2850	50	AC 1Fase
10	1,5	1450	50	AC 1Fase
11	1,5	2880	50	AC 1Fase
12	2	1460	50	AC 1Fase
13	2	2900	50	AC 1Fase
14	2,2	1470	50	AC 1Fase
15	2,2	2900	50	AC 1Fase

16	3	1460	50	AC 1Fase
17	3	2900	50	AC 1Fase
18	3,7	1460	50	AC 1Fase
19	3,7	2900	50	AC 1Fase
20	4	1460	50	AC 1Fase
21	4	2900	50	AC 1Fase
22	5	1460	50	AC 1Fase



Gambar 2.12. Motor Listrik

2.8.2. Motor Diesel

Motor diesel adalah motor bakar pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan kedalam ruang bakar. Mesin diesel memiliki efisiensi termal terbaik dibandingkan dengan mesin pembakaran dalam maupun pembakaran luar lainnya, karena memiliki rasio kompresi yang sangat tinggi.



Gambar 2.13. Motor Diesel

2.8.3. Motor bensin

Mesin bensin atau mesin Otto dari Nikolaus Otto adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran, dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin atau yang sejenis. Pada mesin bensin, pada umumnya udara dan bahan bakar dicampur sebelum masuk ke ruang bakar, sebagian kecil mesin bensin modern mengaplikasikan injeksi bahan bakar langsung ke silinder ruang bakar termasuk mesin bensin 2 tak untuk mendapatkan emisi gas buang yang ramah lingkungan.

Table 2.4 Spesifikasi Motor Bakar Bensin dan Diesel

No	Type	Daya (HP)(PS)	Puataran (rpm)	Keterangan
1	TS190 H-di	16 PS	2200 rpm	Diesel yanmar
2	TS230H-di	19 PS	2200 rpm	Diesel yanmar
3	Honda GX160	3,4 HP	3000 rpm	Bensin
4	Honda GX160	4,8 HP	3600 rpm	Bensin
5	FM 285 JW	285 PS	2500 rpm	HINO diesel



Gambar 2.14. Motor Bensin

Adapun kelebihan dan kelemahan motor bakar dan motor listrik ini diantaranya yaitu :

1) Kelebihan motor listrik

- Mudah dioperasikan untuk pertama kali
- Suara halus tanpa gangguan
- Tidak ada udara yang diuapkan dan
- Tidak ada yang dibuang sehingga tidak menimbulkan polusi

2) Kelemahan motor listrik

- Pengoperasiannya tidak bisa dilakukan disemua tempat karena memerlukan sumber daya listrik yang sesuai
- Jika digantikan dengan batrai maka tegangannya akan sangat berat
- Bobot mesin lebih berat dibandingkan motor bakar dengan daya yang sama

3) Kelebihan motor bakar

- Penempatan motor bakar dapat dilakukan dimana saja asalkan ada tempat yang baik dan aman untuk dijadikan landasan. Hal ini dimungkinkan karena motor bahan bakar tidak memerlukan fasilitas lain selain landasan.
- Motor bakar banyak digunakan di dalam industri seperti motor bensin dan motor bakar diesel.

4) Kelemahan Motor Bakar

- Sulit dioperasikan untuk pertama kali
- Suara bising mengakibatkan gangguan
- Menimbulkan polusi

Berdasarkan pertimbangan dari kelemahan dan kelebihan motor penggerak di atas dalam perencanaan mesin pencacah daun kering ini menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama, dari data tabel 2.1 spesifikasi motor listrik, direncanakan penggerak motor listrik dengan daya 0,5 HP, putaran 1400 rpm, dan frekuensi 50 HZ, karena telah disesuaikan dengan daya perancangan yang diperlukan.

2.9. Poros

Poros merupakan bagian yang terpenting dalam sebuah mesin yang berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Poros mempunyai peranan paling utama dalam transmisi, maka dari itu kita harus terlebih dahulu mengetahui bentuk-bentuk poros.

2.9.1. Macam-macam poros

Ada tiga jenis poros yang digunakan untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya.

1. Poros Transmisi

Poros ini mendapatkan beban punter yang murni. Daya yang ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, pully, sabuk, rantai dan lain-lain.

2. Spindel

Poros jenis ini digunakan untuk transmisi yang relatif pendek, contohnya mesin utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa punttiran disebut dengan spindle. Syarat untuk penggunaan poros ini adalah deformasinya harus kecil.

3. Gandar

Jenis poros gandar ini pada umumnya dipasang diantara roda-roda kereta barang, karena tidak mendapatkan beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar disebut dengan gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur

2.9.2. Hal-hal penting dalam perencanaan poros

Dimana hal-hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan poros adalah :

a. Kekuatan poros

Kekuatan poros sangat penting untuk perencanaan poros, dimana suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau beban lentur maupun gabungan antara beban puntir dan beban lentur.

Kelelahan, tumbukan pengaruh kosentrasi tegangan bila diameter poros yang bertangga atau poros mempunyai alur dan pasak harus diperhatikan. Dan sebuah perencanaan poros harus cukup kuat untuk menahan beban-beban diatas.

b. Kekakuan poros

Dalam sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi kalau lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar maka akan mengakibatkan ketidak telitian pada suatu mesin perkakasatau getaran dan suara.

c. Putaran kritis

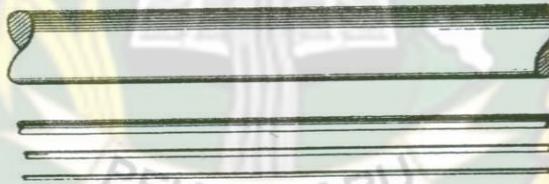
Jika putaran mesin dinaikkan maka pada putaran tertentu dapat terjadi sebuah getaran yang besar putaran ini disebut putaran kritis, hal ini dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada poros.

d. Korosi

Dalam pemilihan bahan tahan korosi harus dipilih untuk poros propeller dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosi.

e. Bahan poros

Pada umumnya poros untuk mesin biasanya menggunakan bahan dari baja batang yang ditarik, baja karbon konstruksi mesin bahan S-C yang dihasilkan dari baja yang dioksidasikan dengan ferro silicon dan dicor. Dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Bahan poros S-C

(Sumber : Sularso. 2008)

Tabel 2.5 : Baja paduan untuk poros

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan Tarik (kg/mm^2)
Baja khrom nikel (JIS G 4502)	SNC 2	-	85
	SNC 3	-Pengerasan	95
	SNC 21	Kulit	80
	SNC 22	-	100
Baja khrom nikel molibden (JIS G 4502)	SNMC 1	-	85
	SNMC 2	-	95
	SNMC 7	-	100
	SNMC 8	-Pengerasan	105
	SNMC 22	Kulit	90
	SNMC 23	-	100
Baja khrom (JIS G 4502)	SCr 3	-	90
	SCr 4	-	95
	SCr 5	-Pengerasan	100
	SCr 21	Kulit	80
	SCr 22	-	85
Baja khrom molibden (JIS G 4502)	SCM 2	-	85
	SCM 3	-	95
	SCM 4	-	100
	SCM 5	-Pengerasan	105
	SCM 21	Kulit	85
	SCM 22	-	95
	SCM 23	-	100

(Sumber : Sularso, 2008)

Tabel 2.6 Faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan

Daya yang akan ditransmisikan	Fc
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	1,0 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

(Sumber : Sularso. 2008)

Jika P adalah daya nominal output dari motor penggerak, maka berbagai macam factor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan, sehingga koreksi pertama dapat di ambil kecil. Jika factor koreksi adalah f_c (Tabel 2.6) maka daya rencana P_d (kW) adalah

7. Daya rencana (Pd)

$$P = F \cdot V \dots\dots\dots \text{pers (2.10)}$$

(Sularso, 2004, hal 7)

Dimana :

V = daya nominal dari motor penggerak (KW)

F = factor koreksi (Table 2.4)

Dari hal-hal di atas maka besarnya τ_a dapat di hitung dengan :

8. Menentukan Tegangan geser izin (τ_a) bahan poros adalah

$$\tau_a = \frac{\tau_b}{Sf_1 Sf_2} \dots\dots\dots \text{pers (2.11)}$$

(Sularso, 2004, hal 8)

Dimana :

τ_b = kekuatan tarik poros (kg/mm²)

Sf_1 = faktor keamanan material (6,0)

Sf_2 = faktor keamana poros beralur pasak(1,3-3,0)

9. Selanjutnya dapat di tentukan persamaan untuk perhitungan diameter poros d_s (mm) sebagai berikut :

Menentukan diameter poros

Untuk menentukan diameter poros digunakan rumus sebagai berikut :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \dots\dots\dots \text{pers (2.12)}$$

(Sularso, 2004, hal 8)

Dimana :

d_s = Diameter Poros

τ_a = Tegangan Geser (kg/mm^2)

K_t = Faktor Koreksi (1,0 – 3,0)

C_b = Faktor Lenturan (1,2 – 2,3)

T = Momen Rencana (kg.mm)

2.10. Kopling

Kopling merupakan suatu bagian elemen mesin yang berfungsi untuk meneruskan putaran dan daya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan tanpa terjadi slip atau hentakan pada saat terjadinya hubungan putaran tersebut.

2.8.1 Klasifikasi kopling

Kopling dapat di bedakan menjadi dua golongan yaitu :

1. Kopling tetap
2. Kopling tak tetap

➤ **Kopling tetap**

Kopling tetap merupakan suatu elemn mesin yang berfungsi sebagai penerus putaran dan daya poros penggerak ke poros yang digerakkan secara pasti. Dimana sumbu kedua poros terletak pada garis lurus atau dapat sedikit berbeda sumbunya. Dan kedua poros

tidak dapat dilepas atau di sambung pada saat masih bekerja. Kopling tetap ini terdiri dari beberapa macam yaitu :

- Kopling kaku
- Kopling fleksible
- Kopling elastis

a. Kopling kaku

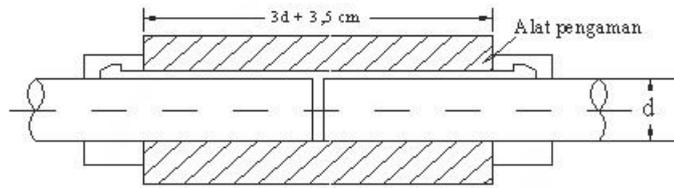
Kopling kaku ini di gunakan apabila kedua poros harus dihubungkan dengan sumbu segaris dan tidak sedikitpun ketidak lurusan sumbu kedua poros, serta tidak dapat mengurangi atau meredam tumbukan dan getaran transmisi.

Kopling ini dipakai pada poros mesin dan transmisi umum pabrik-pabrik. Kopling kaku ini terdiri dari beberapa macam yaitu :

- Kopling bus
- Kopling flens kaku
- Kopling flens tempa
-

o Kopling bus

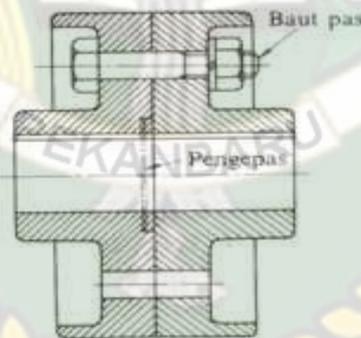
Kopling bus terdiri dari bagian sebuah selongsong (bus) dan baut-baut yang dibenamkan pada kedua ujung poros, dan kadang-kadang juga dipakai berupa pasak yang dibenamkann pada ujung porosnya. Seperti pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Kopling bus
(Sumber: Sularso 2000. Hal 30)

o *Kopling Flens Kaku*

Pada kopling flens kaku antara Flens-flens yang satu dengan yang lain dihubungkan dengan baut-baut pas dan dengan pertolongan pasak-pasak benam pada kedua ujung poros. Pada salah satu flens terdapat tepi pemusat dan ruang pada sisi yang lain. Momen putar dipindahkan oleh pergeseran baut-baut dan atau gesekan antara flens-flens tersebut. Seperti pada gambar 2.17

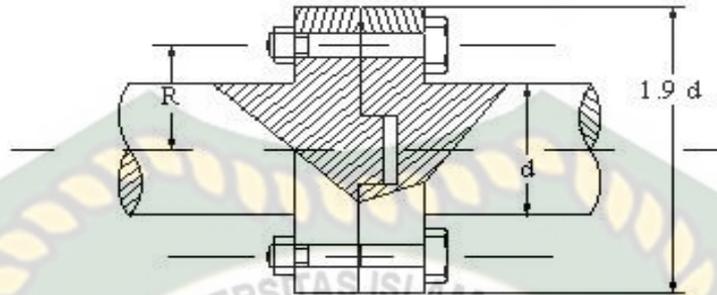


Gambar 2.17 kopling flens kaku
(Sumber : Sularso. 2000)

o *Kopling flens tempa*

Kopling jenis ini masing-masing ujung poros terdapat flens yang dilas atau ditempa dan kedua poros dihubungkan dengan baut-baut. Pada kopling ini momen dipindahkan melalui

pergeseran baut atau gesekan antara kedua flens. Seperti pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Kopling flens tempa
(Sumber; Sularso 2000. Hal 30)

Table 2.7 ukuran kopling tetap

A	G	D		L	C	B	F		H		K	n	d	
		Max	Min				Kasar	Halus	Kasar	Halus			Kasar	Halus
(112)	(100)	25	20	40	45	75	11.2	18	22.4	31.5	4	4	10.5	10
125	112	28	22.4	45	50	85	11.2	18	22.4	31.5	4	4	10.5	10
140	124	35.5	28	50	63	100	11.2	18	22.4	31.5	4	4	10.5	10
160	140	45	35.5	56	80	112	15	20	28	35.5	6	4	14	14
(180)	(160)	50	40	63	90	132	15	20	28	35.5	6	6	14	14
200	180	56	45	71	100	140	18	22.4	35.5	40	6	6	18	16
(224)	(260)	63	50	80	112	160	18	22.4	35.5	40	6	6	18	16
250	224	71	56	90	125	180	23.6	28	45	50	8	6	21	20
(280)	(250)	80	63	100	140	236	23.6	28	45	50	8	6	21	20

(Sumber : Sularso dan Kiyokatsu Suga. 2004)

Keterangan :

Jika tidak disebutkan secara khusus, angka-angka didalam table berlaku umum baik untuk halus “halus” maupun untuk “kasar”

Pemakaian angka-angka didalam kurung sejauh mungkin dihindarkan.

2.11. Bantalan

Bantalan merupakan bagian elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Jika bantalan tidak dapat berfungsi dengan

baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara maksimal.

2.11.1. Bantalan dapat diklasifikasikan berdasarkan :

- Gesekan bantalan terhadap poros, sebagai berikut :
 - a. Bantalan luncur
Bantalan luncur terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan, karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara pelapisan pelumas.
 - b. Bantalan gelinding
Bantalan ini terjadi gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola. Rol jarum dan rol bulat.
- Arah beban terhadap poros
 - a. Bantalan radial : Dimana arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.
 - b. Bantalan aksial : Dimana arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.
 - c. Bantalan gelinding khusus : Dimana bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

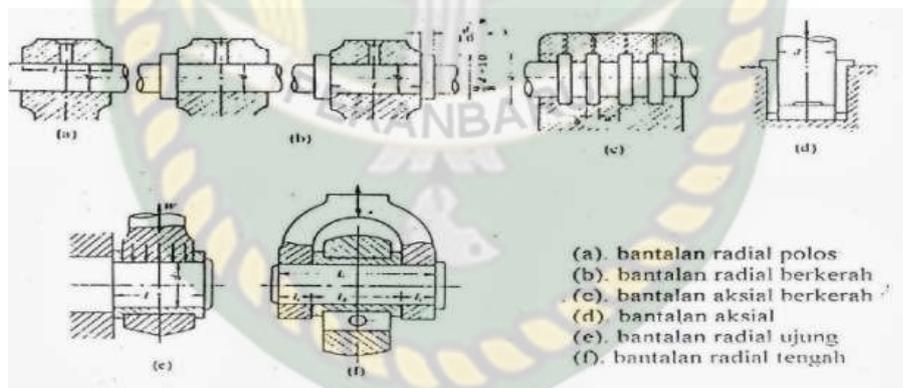
2.11.2. Perbandingan antara bantalan luncur dan bantalan gelinding

Bantalan luncur mampu menumpu poros putaran yang tinggi dengan beban besar. Bantalan luncur ini mempunyai konstruksi sederhana dan dapat dibuat serta dipasang dengan mudah. Pelumasan pada bantalan ini tidak begitu sederhana. Panas yang timbul dari gesekan yang besar, terutama

pada beban besar memerlukan pendinginan khusus. Karena adanya lapisan pelumas bantalan ini dapat meredam tumbukan dan getaran. Tingkat ketelitian yang diperlukan tidak setinggi dari bantalan gelinding.

Bantalan gelinding lebih cocok untuk beban kecil dari pada bantalan luncur. Putaran pada bantalan ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Pada pelumasannya sangat sederhana, cukup dengan menggunakan gemuk, bahkan pada macam yang memakai sil tidak perlu memakai pelumasan lagi.

Menurut pemakaiannya terdapat bantalan untuk penggunaan umum, bantalan poros engkol, bantalan utama mesin perkakas dan lain-lain. Bantalan luncur dapat berupa bus, bantalan logam sinter, dan bantalan plastic. Gambar 2.19 jeni-jenis bantalan luncur.



Gambar 2.19 jenis-jenis bantalan luncur
(Sumber : Sularso dan kiyokatsu suga. 2004)

2.11.3. Umur Bantalan

Meskipun menggunakan baja dengan kekuatan sangat tinggi, semua bantalan memiliki umur terbatas dan akhirnya akan rusak dikarenakan kelelahan (*fatigue*) karena tegangan kontak yang tinggi.

Tetapi yang pasti semakin ringan beban semakin lama umurnya, begitu juga sebaliknya.

Bila diasumsikan tidak ada beban secara aksial (F_a), maka beban ekuivalen dinamisnya adalah :

$$P_r = X \cdot V \cdot F_r$$

Diimana :

X = Baris bantalan

V = Beban putar pada cinicn dalam

2.12. Bowl

Bowl berfungsi sebagai wadah penghancuran atau penghalusan butiran material yang dibantu proses penghancurannya dengan bola penghancur. *Bowl mill* berbahan dasar keramik dan bola penghancur berbahan dasar keramik, kapasitas penghancuran atau penghalusan tergantung besarnya volume bowl mill, semakin besar volume yang dimiliki bowl mill maka semakin besar kapasitas yang dapat dihaluskan.



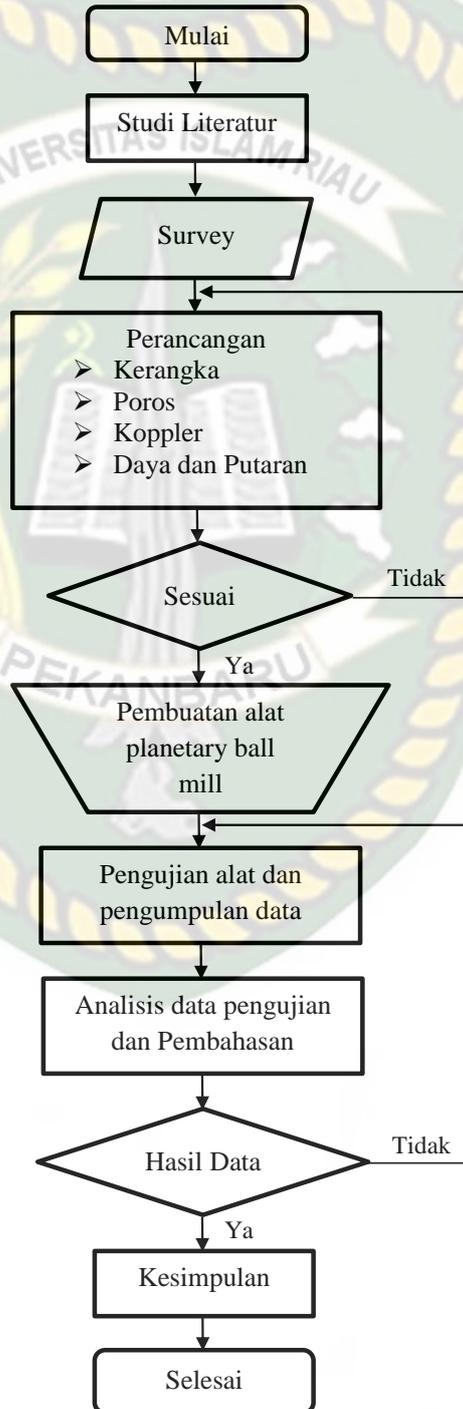
Gambar 2.20 *Bowl mill*

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Rancangan

Diagram berfungsi sebagai langkah-langkah dalam pengumpulan data. Diagram alir gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir

Dari diagram alir rancangan dapat dijelaskan bahwa penelitian tugas akhir ini ada beberapa tahap-tahap yang dilakukan untuk mencapai hasil yang didapatkan antara lain :

➤ Studi literature

Pengambilan data-data dalam pembuatan tugas ini sesuai dengan permasalahan yang terjadi yaitu besarnya potensi pasir silika di perairan Indonesia.

➤ Persiapan Alat dan Bahan

Konsep dalam persiapan alat dan bahan ini yaitu, melakukan peninjauan ke lapangan untuk kebutuhan alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan mesin *planetary ball mill*.

➤ Data rancangan

Menentukan data-data perancangan pada mesin penghalus pasir silika.

➤ Perancangan dan Pembuatan Mesin Penghalus Pasir Silika.

Menentukan ukuran-ukuran elemen pada mesin penghalus pasir silika dan proses pembuatan pada mesin *planetary ball mill*.

➤ Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah untuk melihat kondisi penghalusan pasir silika dan menemukan beberapa masalah yang terjadi saat mesin dioperasikan.

➤ Data

Suatu proses yang didapat dari hasil penelitian dilapangan.

➤ Pengolahan Data

Mengolah data yang di dapat dari penelitian dilapangan.

➤ Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan yang di dapat dari awal pembuatan alat sampai pengolahan data pengujian di lapangan.

➤ Kesimpulan

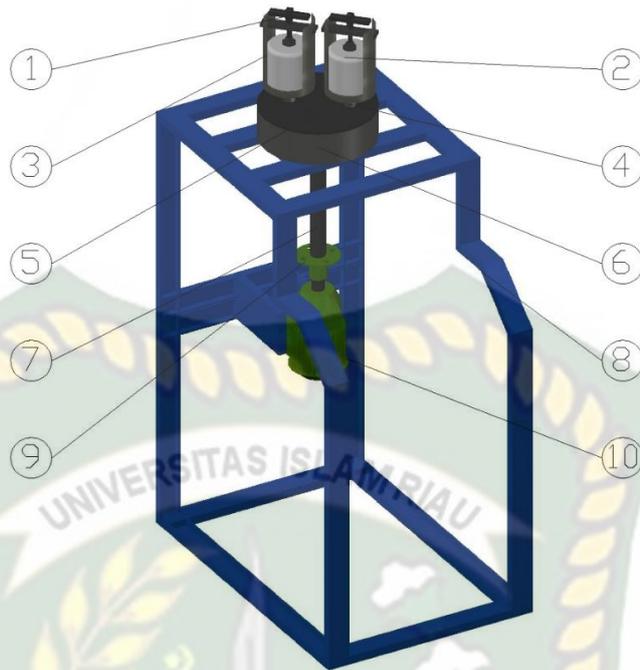
Hasil dari pengumpulan data dari hasil dan pembahasan yang di lakukan di lapangan dari awal proses pembuatan alat sampai alat selesai.

3.2. Tempat dan Waktu

Penbuatan alat mesin ini di perbengkelan Jln.Paus Gg. Sumahilang Indah. Dan pengujian mesin dilaksanakan Laboratorium UIR. Lama penelitian dalam pembuatan alat penghalus pasir silika ini adalah selama 2 bulan. Penelitian ini meliputi, pembuatan gambar teknik, pembuatan alat penghalus silika dan evaluasi teknik

3.3. Sketsa Rancangan

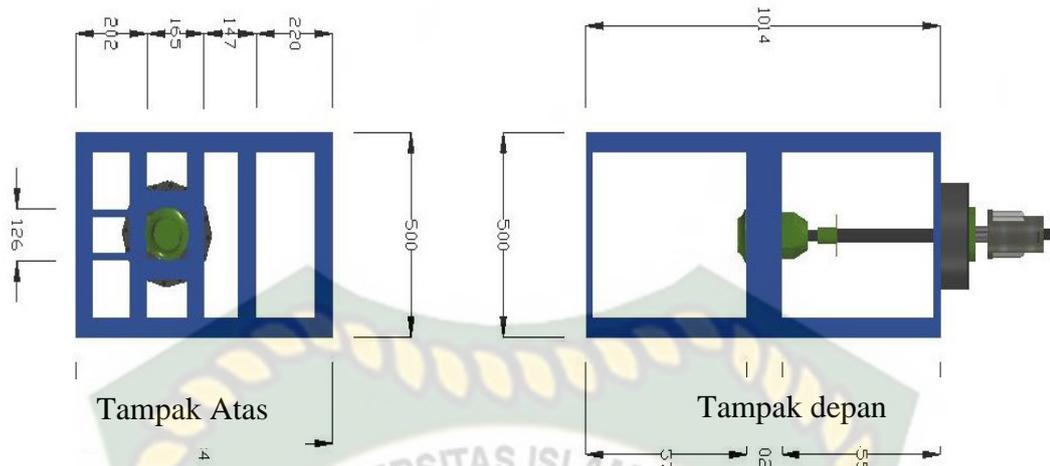
Berdasarkan beberapa pilihan dan tuntunan dari hasil identifikasi masalah yang digunakan untuk memberikan gambaran bentuk dari elemen-elemen mesin penghalus pasir silika seperti pada gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Sketsa Rancangan

Keterangan :

1. Pengunci bowl mill
2. Bowl mill
3. Rumah bowl mill
4. Poros planet gear
5. Planetary gear set
6. Bantalan
7. Poros
8. Kerangka
9. Kopling tetap
10. Motor listrik



3.4. Pemilihan bahan

Dalam pemilihan bahan untuk kegunaan tertentu pada dasarnya merupakan gabungan dari berbagai sifat bahan, lingkungan dan cara penggunaan sampai sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

Elemen-elemen yang terdapat pada mesin penghalus pasir silika ini tidak terlalu banyak. Pemilihan bahan difokuskan pada elemen yang dikerjakan pada proses pembuatan yang berpengaruh besar terhadap tingkat keamanan mesin dan deformasi bahan yang terjadi

3.5. Alat dan Bahan

3.5.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan mesin penghalus pasir silika ini adalah :

a. Las listrik

Las listrik merupakan salah satu mesin menyambung logam dengan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan logam yang akan disambung. Kemudian bagian yang terkena busur listrik

akan mencair, demikian juga elektroda yang menghasilkan busur listrik akan mencair pada ujungnya dan merambat terus sampai habis, spesifikasi mesin yang digunakan adalah merk :Rilon, Ampere Range : 30-160 A dengan power supply 220 Volt 15%. Mesin las yang digunakan dapat dilihat gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3. mesin las listrik

b. Elektroda

Elektroda ini berfungsi untuk pengantar arus listrik dari tang elektroda ke busur yang terbentuk setelah bersentuhan dengan benda kerja, elektroda yang digunakan jenis NK-68 dapat dilihat pada gambar 3.4 :



Gambar 3.4 Elektroda NK-68

c. Gerinda

Gerinda adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menghaluskan benda kerja setelah dilakukan pemotongan. Gerinda juga berfungsi sebagai alat memotong besi plat. Spesifikasi gerinda yang digunakan adalah merk = maktec, dengan daya listrik = 540 watt. Dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut :



Gambar 3.5. Gerinda Tangan

d. Bor Tangan

Fungsi dari bor tangan adalah untuk melubangi kayu, besi atau beton/tembok. Bor juga terdiri dari berbagai macam jenis dengan fungsi yang berbeda-beda. Spesifikasi bor tangan yang digunakan adalah merk = maktec, dengan daya listrik = 350 watt. Seperti pada gambar 3.6 berikut :



Gambar 3.6 Bor Tangan

e. Siku ukur L

Alat ini berfungsi untuk membuat tanda persegi atau sudut pada suatu benda, siku ukur L yang digunakan ialah alat ukur kecil dengan panjang 6 inchi seperti pada gambar 3.7 berikut :



Gambar 3.7 Siku ukur L

f. Timbangan Digital

Pada penelitian ini timbangan digunakan sebagai media alat ukur berat pasir silika sebelum dilakukan pengujian dan juga menghitung berat pasir silika yang dihaluskan sesudah dilakukannya pengujian. Pada gambar 3.8 berikut :



Gambar 3.8 Timbangan digital

g. Stopwatch

Pada penelitian Stopwatch berfungsi sebagai alat ukur lamanya waktu dalam pengujian. Dalam pengujian ini waktu yang ditentukan untuk satu pengujian dengan kapasitas pasir silika 300 mg. seperti gambar 3.9 berikut :



Gambar 3.9 Stopwatch

h. Test sieve

Sieve analysis alat untuk menentukan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu *setsieve*. . Spesifikasi *test sieve* yang digunakan merk BBS. Untuk gambar *test sieve* aperture 0,075 mm seperti gambar 3.10 berikut :



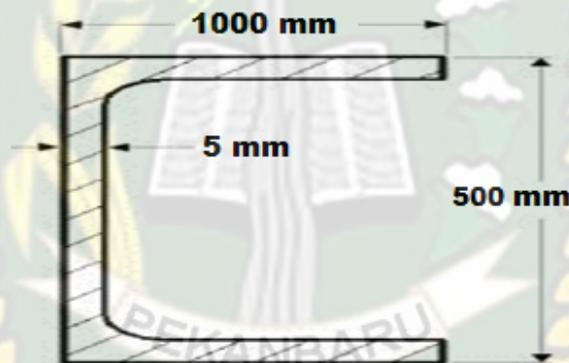
Gambar 3.10 *Test sieve*

3.5.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan mesin penghalus pasir silika yaitu:

a. Besi UNP

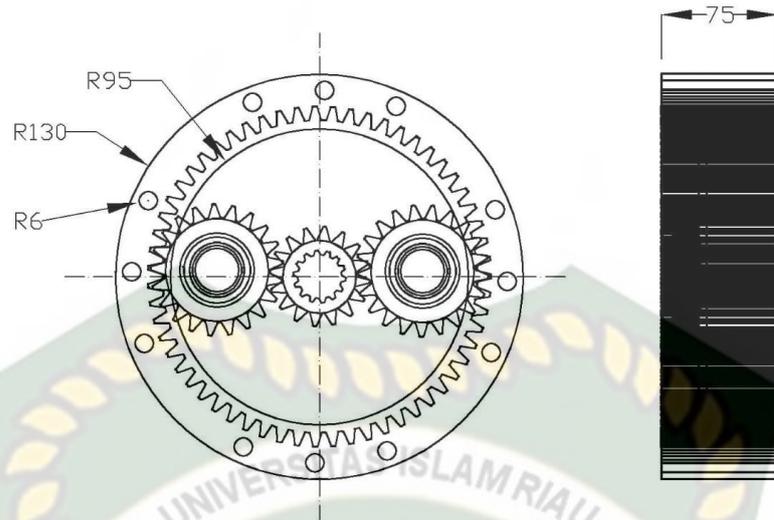
Besi UNP digunakan untuk membuat rangka pada mesin penghalus pasir silika dengan ukuran lebar = 500 mm, tinggi = 1000 mm, tebal = 5 mm. Alasan menggunakan besi UNP karena kuat dan kokoh untuk konstruksi. Selain itu juga dapat meredam getaran akibat getaran dari *planetary gear*. Seperti gambar 3.11 berikut :



Gambar 3.11 Besi UNP

b. *Planetary Gear Set*

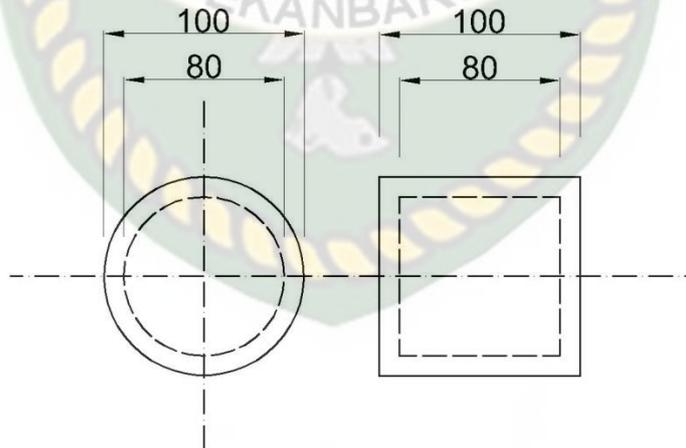
Planetary gear set merupakan untuk meneruskan putaran untuk menggerakkan *Bowl Mill*, bagian dari *planetary gear set* ini yaitu *sun gear*, *planet gear* dan *ring gear*. Gambar 3.12 berikut :



Gambar 3.12 Planetary Gear Set

c. Bowl Mill

Bowl mill merupakan tabung yang berfungsi untuk menampung bahan-bahan seperti pasir silika, bowl mill terbuat dari zikornia. Dengan Spesifikasi merk : Retsch Made in Germany yang berukuran tinggi 10 cm dan lebar 10 cm seperti pada gambar 3.13 berikut :



Gambar 3.13 Bowl Mill

d. Poros Sun Gear

Poros sun gear ini merupakan bagian komponen dari mesin ini.. Sedangkan perencanaan dipilih bahan baja ST 37 yang memiliki

ultimate strength (σ_{max}) 37 (kg/mm^2).. poros ini berfungsi untuk pemutar *Sun gear*, dengan ukuran diameter 35 mm, diameter, diameter *sun gear* 34 mm dan panjang 370 mm. Seperti pada gambar 3.14 berikut :



Gambar 3.14 Poros *Sun gear*

e. Bantalan

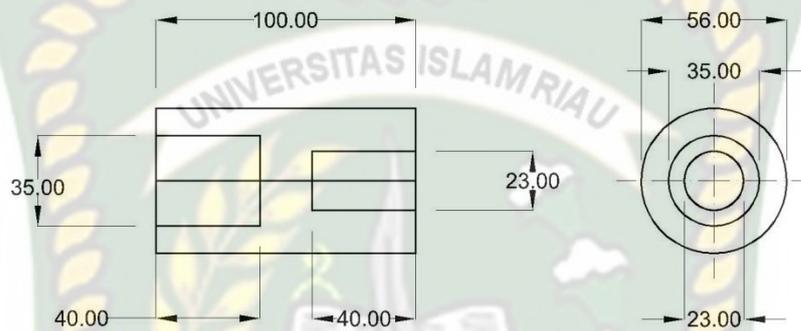
Bantalan ini berfungsi untuk mengurangi gesekan pada komponen-komponen yang bergerak dan saling menekan anatar satu dengan yang lainnya. Bantalan yang digunakan jenis bantalan flens berdiameter 17 mm dan bearing berdiameter 35 mm seperti gambar 3.15 berikut :



Gambar 3.15 Bantalan Flens

f. Koppler

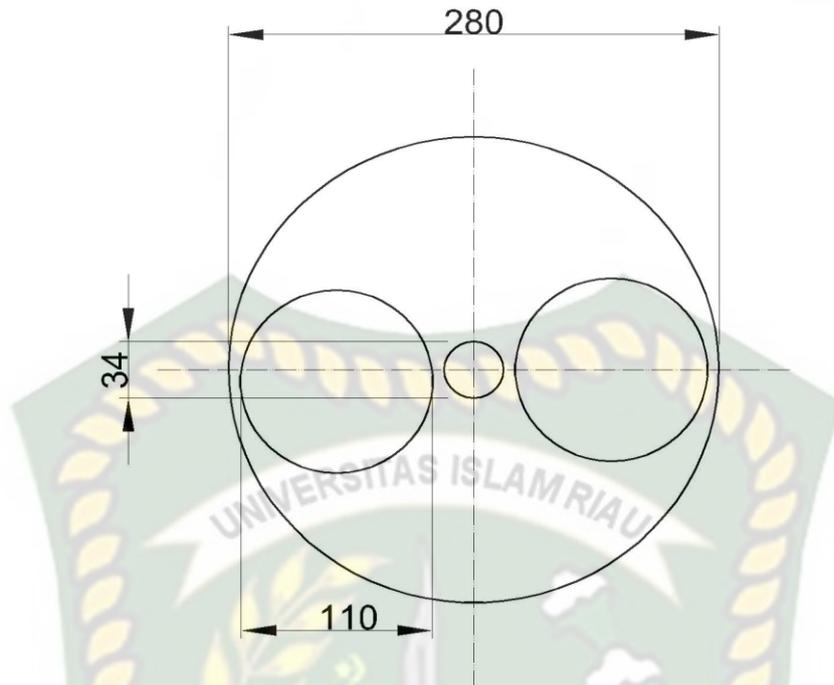
Koppler ini berfungsi sebagai penerus putaran dan daya yaitu menghubungkan poros motor listrik dan poros Sun gear poros penggerak, dimana kopling yang di pilih yaitu kopling flens seperti pada gambar 3.16 berikut :



Gambar 3.16 Koppler

g. Plat kedudukan rumah *Bowl Mill*

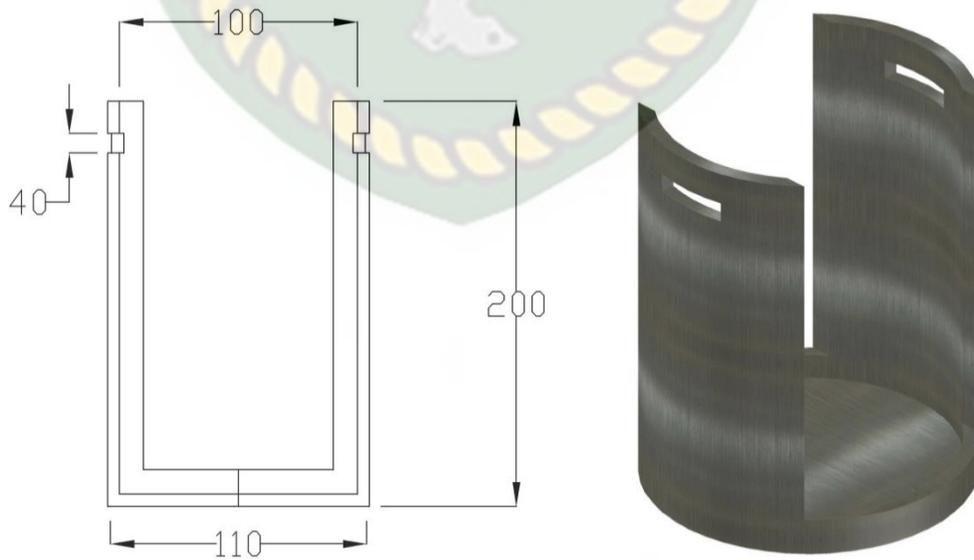
Plat kedudukan rumah *bowl mill* ini berfungsi untuk tempat duduknya rumah *bowl mill*, selain itu berfungsi untuk kedudukan bearing *bowl mill* dan penutup planetary gear set, plat yang digunakan ketebalan 5 mm dan diameter 28 mm pada gambar 3.17 berikut :



Gambar 3.17 Kedudukan *Bowl mill*

h. Rumah Bowl Mill

Rumah *Bowl Mill* ini berfungsi untuk kedudukan *bowl mill* yang berdiameter dalam 100 mm diameter luar 110 mm tinggi 20 cm dan lebar pengunci *Bowl Mill* 4 mm pada gambar 3.18 berikut :



Gambar 3.18 Rumah *bowl mill*

i. Motor listrik

Motor listrik ini berfungsi untuk penggerak mula pada mesin ini. Motor listrik yang digunakan dalam penghalus pasir silika, spesifikasi motor listrik memiliki daya 1,5 hp dengan putaran 2880 rpm. Gambar 3.19 berikut :



Gambar 3.19 Motor listrik

j. Baut dan Mur

Baut dan mur ini berfungsi untuk pengikat ke antara elemen lainnya, agar mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan saksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan gaya yang bekerja pada baut. Gambar 3.20 berikut :



Gambar 3.20 Baut dan mur

k. Besi Plat

Besi plat merupakan berbentuk persegi dimana berfungsi untuk menutupkan rangka pada mesin penghancur pasir silika tersebut dengan tebal besi plat 1 mm gambar 3.21 berikut :



Gambar 3.21 Besi plat 1 mm

3.6. Langkah Pengerjaan

1. Mendesain komponen-komponen mesin penghalus pasir silika
2. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat mesin penghalus pasir silika
3. Memberi ukuran pada setiap komponen mesin penghalus pasir silika
4. Setelah melakukan proses pengukuran selanjutnya dilakukan proses pemotongan komponen alat penghalus pasir silika sesuai ukuran yang sudah dirancang sebelumnya
5. Kemudian melakukan pengecekan terhadap komponen yang sudah diukur dan dipotong apakah komponen terjadi kelebihan atau kekurangan dalam pemotongan, jika terjadi kesalahan maka akan diperbaiki, dan jika benar akan dilanjutkan keproses berikutnya

6. Mengerjakan proses perakitan merupakan proses menyatukan komponen-komponen mesin penghalus pasir silika yang sudah dibuat.

3.7. Pengujian Mesin *Planetary Ball Mill*

Pada pengujian ini yang akan diamati adalah putaran pada Mesin *Planetary Ball Mill*.

Prosedur pengujian dapat dilakukan beberapa tahap antara lain:

1. Disiapkan butiran pasir silika yang telah di ukur menggunakan mesh sebelum penumbukan dengan berat 300 mg
2. Masukkan pasir silika 300 mg pada *Bowl Mill*.
3. Pemasangan *Bowl Mill* pada kedudukan dan lakukan penguncian.
4. Menyalakan motor listrik lalu proses penghalusan pasir silika
5. Mengatur putaran dengan menggunakan Arduino.
6. Kemudian ukur hasil penghalusan menggunakan *Test Sieve*.
7. Dan tulis data yang didapatkan.
8. Pengujian terhadap hasil eksperimen dilakukan dengan mengayak serbuk pasir silika menggunakan ukuran mesh 100 dan 200.

Tabel 3.1 hasil pengujian alat ball mill terhadap kehalusan pasir silika

Kecepatan (Rpm)	Waktu milling (rad/menit)	Mesh-100 (%)	Mesh 200 (%)
200	30		
	45		
	60		
300	30		
	45		
	60		

BAB IV

PERHITUNGAN DAN HASIL DATA

4.1. Motor Penggerak

Spesifikasi motor penggerak yang digunakan sebagai penggerak pada alat planetary ball mill adalah :

Jenis : Motor listrik
Tipe : YC80B - 4
Daya : 1 HP = 746 watt = 0,746 kw Putaran motor
(r/min): 1440 rpm



Gambar 4.1. Motor Penggerak

4.2. Bowl (Tabung)

Tabung (bowl) ini berfungsi sebagai wadah tempat pasir silika saat dilakukan grinding, dimana untuk menentukan V_{in} , dimana diketahui Tinggi dalam tabung 7 cm, D_{in} 7,5 cm. dapat di hitung V_{in} dalam tabung dapat digunakan dengan rumus :

$$\begin{aligned} V_{in} &= A \cdot t \\ &= \pi \cdot r^2 \cdot t \end{aligned}$$

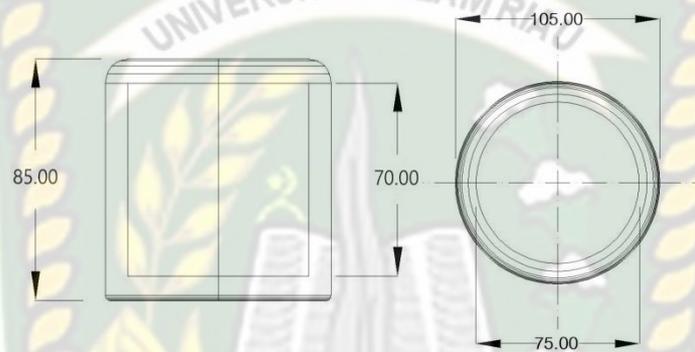
Dimana :

$$r = 3,75 \text{ cm}$$

$$t = 7 \text{ cm}$$

Maka :

$$\begin{aligned} V_{in} &= 3,14 \cdot 3,75^2 \cdot 7 \text{ cm} \\ &= 309,1 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



Gambar 4.2 Bowl (Tabung)

Setelah mendapatkan volume tabung maka dapat di hitung massa pada tabung (bowl) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Massa tabung (m_t)

$$m_t = \rho \times V_t$$

Dimana :

m_t = massa tabung (kg)

ρ = massa jenis bahan tabung ($6,51 \text{ g/cm}^3$)

$$V_t = 309,1 \text{ cm}^3$$

Maka :

$$\begin{aligned}m_t &= 6,51 \text{ g/cm}^3 \times 309,1 \text{ cm}^3 \\ &= 2012 \text{ g} \\ &= 2,012 \text{ kg}\end{aligned}$$

4.3. Bola Penumbuk

Bola penumbuk ini berfungsi untuk menumbuk pasir silika hingga menjadi halus, dimana bola yang digunakan jenis bola Alumina dengan ukuran 10 mm, berat alumina per buah 3 gram, jumlah bola yang digunakan sebanyak 20 buah. Untuk menghitung V_{bola} dapat digunakan rumus :

$$V_{bola} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

Dimana :

$$r = \text{jari - jari bola } 0,5 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

Maka :

$$V_{bola} = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (0,5 \text{ cm})^3$$

$$V_{bola} = 0,524 \text{ cm}^3$$

$$\text{Maka volume bola } 0,524 \text{ cm}^3 \times 20 \text{ buah} = 10,48 \text{ cm}^3$$

Setelah di dapatkannya V_{in} tabung dan V_{bola} , Jadi dapat di hitung kapasitas pasir silika di dalam bowl atau tabung dengan menggunakan rumus :

$$K_{ps} = V_t - V_b$$

Dimana :

$V_t =$ Volume dalam tabung $309,1 \text{ cm}^2$

$V_b =$ Volume bola $10,466 \text{ cm}^3$

$K_{ps} =$ Kapasitas pasir silika dalam tabung (cm^3)

Maka :

$$K_{ps} = 309,1 \text{ cm}^3 \cdot 10,48 \text{ cm}^3$$

$$K_{ps} = 298,62 \text{ cm}^3$$

Jadi V_{total} yang di dapat untuk pasir silika $298,63 \text{ cm}^3$

$$V_{total} = \frac{m}{\rho}$$

$$298,62 \text{ cm}^3 = \frac{m}{2,65 \text{ g/cm}^3}$$

$$m = 298,62 \text{ cm}^3 \cdot 2,65 \text{ g/cm}^3$$

$$m = 791 \text{ g}$$

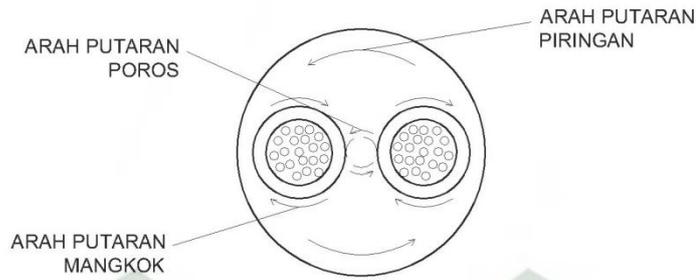
Jadi jumlah kapasitas pasir silika di dalam bowl dalam tabung ialah

791 g

4.4. Energi kinetik bola alumina

Dimana bola akan bergerak mengelilingi dinding dalam tabung dan menghasilkan energi kinetik per satu bola. Energi kinetik yang dihasilkan pada saat putaran mesin 1088 rpm dengan massa satu buah bola 3 g, maka dapat di hitung energy kinetik yang dihasilkan dengan menggunakan rumus yaitu :

- $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$



Gambar 4.3. Energi pada bola

Dimana

E_k = energi kinetik (Joule)

m = massa 1 buah bola (kg)

$$= 3 \text{ gram} \times 20 = 0,060 \text{ kg}$$

n = putaran (rpm) = 1153 rpm

v = kecepatan (m/s)

$$v = 2\pi \cdot r \cdot n_2$$

$$= 2\pi \cdot 0,0035 \text{ m} \cdot 1153 \frac{\text{rev}}{\text{menit}}$$

$$= 271,53 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times \frac{1 \text{ menit}}{60 \text{ detik}}$$

$$= 4,5 \text{ m/s}$$

Maka :

$$E_k = \frac{1}{2} 0,060 \text{ kg} \cdot (4,5 \text{ m/s})^2$$

$$E_k = 0,607 \text{ Joule}$$

Jadi, energi kinetik yang dihasilkan adalah 0,607 Joule

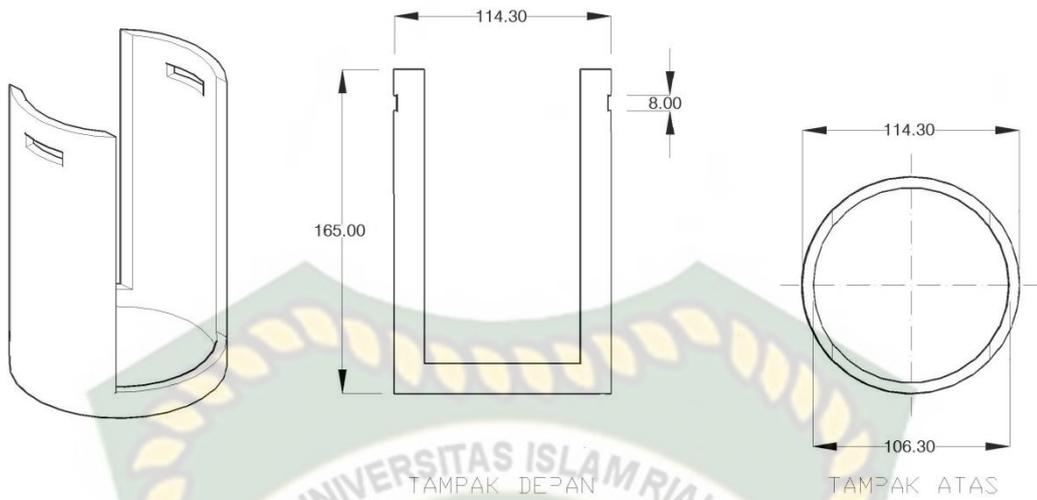
4.5. Rumah Bowl

Rumah bowl ini berfungsi untuk kedudukan pada bowl saat dilakukannya grinding pada pasir silika, dimana diketahui Diameter luar pada bowl 110 mm, maka dapat diambil ukuran pada rumah bowl dengan pemilihan pada tabel 4.1

Tabel 4.1. panduan ukuran pipa

UKURAN	OD (mm)	ID (mm)	TEBAL (mm)	Kg / M	Kg / 6 M
¼ "	13,5	9,9	1,8	0,552	3,13
3/8 "	17,2	13,6	1,8	0,684	4,10
½ "	21,3	17,3	2	0,962	5,772
¾ "	26,9	22,3	2,3	1,41	8,46
1 "	33,7	30,8	2,9	2,22	13,32
	31,8	26	2,9	2,068	12,408
1 ¼ "	42,4	37,2	2,6	2,57	15,42
	44,5	39,3	2,6	2,69	16,14
	38	32,8	2,6	2,27	13,62
1 ½ "	48,3	42,5	2,9	3,27	19,62
2 "	60,3	54,5	2,9	4,14	24,84
	57	51,2	2,9	3,87	23,22
2 ½ "	76,1	70,3	2,9	5,28	31,68
3 "	88,9	82,5	3,2	6,81	40,86
4 "	114,3	106,3	4	11	66
5 "	139,7	131,7	4	13,4	80,40
6 "	168,3	159,3	4,5	18,18	109,08

Dimana pemilihan diameter dalam pipa diambil untuk kedudukan bowl > 105 mm pada tabel di atas yang mendekati diameter luar pada bowl.

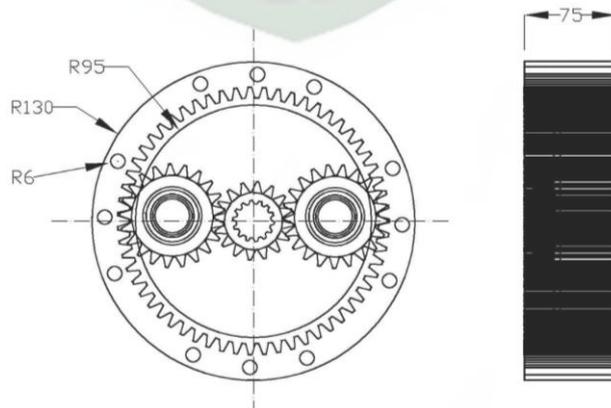


Gambar 4.4 Kedudukan Bowl atau Tabung.

Jadi dapat di pilih ukuran Rumah bowl dengan diameter luar 114,3 mm dan diameter dalam 106,3, dengan berat rumah bowl 1730 g.

4.6. Planetary Gear

Planetary gear merupakan sistem *gear* yang terdiri dari lebih *gear* keluaran, dari planet *gear* nya. *Planetary gear set* ini menyediakan peningkatan kecepatan, pengurangan kecepatan, perubahan arah, netral dan *direct drive*. *Planetary gear set* juga memberikan variasi kecepatan di setiap tingkatan pengoperasian.



Gambar 4.5. Planetary Gear Set

1. Sun Gear

$$D_k = 64,05 \text{ mm}$$

$$D_f = 48,3 \text{ mm}$$

$$h = 7,875 \text{ mm}$$

Sudut Tekan gigi = 20^0 (kedalaman penuh)

$$h_k = 1 \times m = 1 \times 3,5 = 3,5 \text{ mm}$$

$$h_f = 1,250 \times m = 4,375$$

Maka dapat di hitung D_p :

$$D_p = D_f + (h_f \times 2)$$

$$= 48,3 + (4,375 \times 2)$$

$$= 57,05 \text{ mm}$$

$$Z_1 = \frac{D_p}{m}$$

$$= \frac{57,05}{3,5}$$

$$= 16,3 = 16$$

2. Planet gear

$$D_k = 78,75 \text{ mm}$$

$$D_f = 61,875 \text{ mm}$$

$$h = 8,437 \text{ mm}$$

Sudut tekan = 20^0 kedalaman penuh

$$h_k = 1 \times m = 1 \times 3,75 = 3,75 \text{ mm}$$

$$h_f = 1,250 \times m = 1,250 \times 3,75 = 4,6875 \text{ mm}$$

maka dapat di hitung D_p :

$$D_p = D_f + (h_f \times 2)$$

$$= 61,875 + (4,6875 \times 2) = 71,25 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}Z_1 &= \frac{D_P}{m} \\ &= \frac{71,25}{3,5} \\ &= 20,35 = 21\end{aligned}$$

3. Ring gear

$$D_k = 198 \text{ mm}$$

$$h = 7,875 \text{ mm}$$

$$h_k = 1 \times m = 1 \times 3,5 = 3,5 \text{ mm}$$

$$h_f = 1,250 \times m = 1,250 \times 3,5 = 4,375$$

Maka D_f dapat di hitung :

$$\begin{aligned}D_f &= D_k + (2 \times h) \\ &= 198 + (2 \times 7,875) \\ &= 213,75 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D_r &= D_s + D_{P2} \\ &= 57,05 \text{ mm} + 71,25 + 71,25 \text{ mm} \\ &= 199,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Z_1 &= \frac{D_r}{m} \\ &= \frac{199,5}{3,5} \\ &= 57 = 59\end{aligned}$$

4. Perhitungan roda gigi perantara (Carier)

Dapat di tulis dengan persamaan berikut :

$$N_s : N_c = (R+S) : S$$

$$\frac{N_s}{N_c} = \frac{(R + S)}{S}$$

$$\frac{1440}{N_c} = \frac{(59 + 16)}{16}$$

$$\frac{1440 \cdot 16}{N_c} = 75$$

$$75 N_c = \frac{1440 \cdot 16}{75}$$

$$N_c = 307,2 \text{ rpm}$$

5. Perbandingan roda gigi (i)

Perbandingan antara jumlah gigi yang digerakkan dan gigi yang menggerakkan.

$$i = \frac{z_2}{z_1}$$

Dimana : $z_2 = 21$

$$z_1 = 16$$

Maka :

$$i = \frac{21}{16}$$

$$i = 1,3125$$

Dari perbandingan roda gigi yang digerakkan dan roda gigi penggerak pada pinyon adalah 1,3125.

6. Putaran planet gear (n_2)

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Dimana : $n_1 = 1440 \text{ rpm}$

$$d_1 = 57,05 \text{ mm}$$

$$d_2 = 71,25 \text{ mm}$$

Maka :

$$\frac{1440}{n_2} = \frac{71,25}{57,05}$$

$$1440 \times 57,05 = n_2 \times 71,25$$

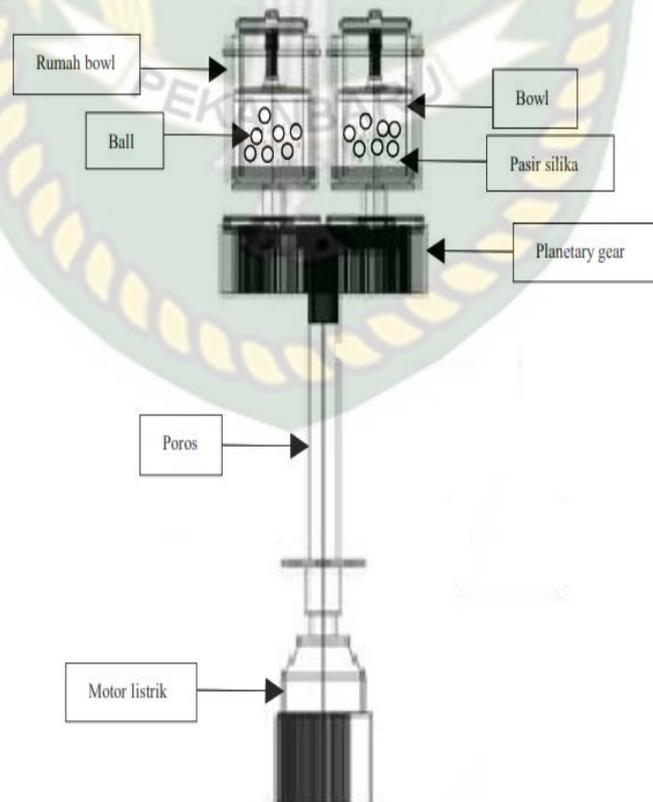
$$\frac{82152}{71,25} = n_2$$

$$n_2 = 1153 \text{ rpm}$$

4.7. Gaya Bola Dalam Bowl

Gaya bola dalam bowl dapat ditentukan dengan menggunakan gaya persamaan sentrifugal, dimana terdapat massa bowl, massa rumah bowl dan massa beban. Ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$F_{bb} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$



Gambar 4.6 bola dalam bowl

Sebelum menghitung gaya sentrifugal maka dapat di hitung kecepatan sudut dari rumah bowl, dengan rumus berikut :

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

Maka :

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{2\pi.n}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 1153 \text{ rev}/\text{menit}}{60 \text{ s}} \\ &= 120 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{rb} &= \text{Massa rumah bowl (kg)} \\ &= 1,730 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{bw} &= \text{Massa bowl (kg)} \\ &= 2,012 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{\text{total}} &= (M_{rb} + M_{bw}) \\ &= (1,730 \text{ kg} + 2,012 \text{ kg}) \\ &= 3.742 \text{ kg}\end{aligned}$$

Maka dapat dihitung gaya sentrifugal :

$$F_{sp} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

Dimana

$$F_{bb} = \text{gaya sentrifugal (N)}$$

$$\omega = 120 \text{ rad/s}$$

$$r = \text{Jari-jari bowl} = 3,75 \text{ mm} = 0,00375 \text{ m}$$

Maka :

$$\begin{aligned}F_{sp} &= m_{\text{total}} \cdot \omega^2 \cdot r \text{ (N)} \\ &= 3.742 \text{ kg} \times (120 \text{ rad/s})^2 \times 0,00375 \text{ m}\end{aligned}$$

$$= 1,5 \text{ N}$$

Jadi gaya bola dalam bowl yaitu 1,5 N.

4.8. Poros

Poros merupakan salah satu komponen pada alat mesin planetary ball mill yang berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Poros mempunyai peranan paling utama dalam transmisi. Poros ini mempunyai ukuran diameter 35 mm dengan panjang 370 mm. selanjutnya di hitung perencanaan poros mesin planetary ball mill. Dapat di lihat pada gambar berikut :

4.8.1. Bahan Poros

Bahan poros pada mesin planetary ball mill ini menggunakan baja type JIS G 4102 (SNC21) dengan kekuatan tarik (τ_B) = 80 kg/mm². Ada 2 faktor koreksi yang diperhitungkan yaitu Sf_1 dan Sf_2 . Sf_1 di tinjau dari batas kelelahan punter diambil harga 5,6. Dengan kekuatan dijamin dan 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh masa dan baja paduan. Sf_2 di tinjau dari apakah poros akan diberi alur pasak atau di buat bertangga. Sf_2 mempunyai harga sebesar 1,3 sampai 3,0. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka poros yang digunakan dalam alat planetary ball mill yaitu :

$Sf_1 = 6,0$ karena menggunakan bahan S-C

$Sf_2 = 1,3$ karena diberi alur pasak

1. Tegangan Geser

Tegangan geser pada poros dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\tau_a = \frac{\tau_B}{Sf_1 \times Sf_2} \left(\text{kg/mm}^2 \right)$$

Dimana :

τ_b = kekuatan tarik poros (kg/mm²)

Sf_1 = faktor keamanan material (6,0)

Sf_2 = faktor keamanan poros beralur pasak (1,3-3,0)

Maka :

$$\tau_a = \frac{80 \text{ kg/mm}^2}{6,0 + 1,3}$$

$$\tau_a = 10,9 \text{ kg/mm}^2$$

2. Gaya Poros (F_{pr})

Gaya poros adalah suatu elemen mesin yang berputar untuk memutar bowl. Untuk menghitung gaya poros dapat dihitung dengan menggunakan data massa poros, kecepatan sudut dan jari-jari poros. Untuk spesifikasi poros yang digunakan adalah :

$$F_{pr} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

Dimana

F_{pr} = gaya poros (N)

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 1440 \text{ rev/menit}}{60 \text{ s}} \\ &= 150 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

r = Jari-jari poros

$$r_{total\ poros} = r_1 = 1,75\ cm$$

$$r_1 = 1,7\ cm$$

$$r_{total} = 1,75\ cm + 1,7\ cm$$

$$= 3,45\ cm = 0,0345\ m$$

$$M_{rb} = \text{Massa rumah bowl (kg)}$$

$$= 1,730\ kg$$

$$M_{bw} = \text{Massa bowl (kg)}$$

$$= 2,012\ kg$$

$$M_{sungear} = \text{Massa sun gear (kg)}$$

$$= 335\ g = 0,335\ kg$$

$$M_{planetgear} = \text{Massa planet gear (kg)}$$

$$= 359\ g = 0,359\ kg$$

$$M_{poros} = 0,97\ kg$$

$$M_{total} = (M_{rb} + M_{bw} + M_s + M_p + M_p)$$

$$= (1,730\ kg + 2,012\ kg + 0,335\ kg + 0,359\ kg + 0,359\ kg + 0,97\ kg)$$

$$= 5,765\ kg$$

Maka :

$$F_{pr} = m \cdot \omega^2 \cdot r_{total\ poros}$$

$$F_{pr} = 5,765\ kg \times 150\ rad/sec^2 \times 0,0345\ m$$

$$F_{pr} = 23,1\ N$$

Didapat dari perhitungan hasil gaya poros adalah 23,1 N. Setelah gaya pada poros didapat kemudian selanjutnya menghitung daya poros.

3. Daya poros (P_p)

Daya poros :

$$P_p = F \cdot V \text{ (kW)}$$

Dimana :

$$P_p = \text{Daya poros (kW)}$$

$$F = \text{Gaya poros (N)}$$

$$V = \text{Kecepatan (m/s)}$$

Sebelum perhitungan daya poros, maka harus dapat di hitung kecepatan poros, kecepatan poros dapat dihitung menggunakan rumus :

$$a. V = 2\pi r_{total} \cdot n_2$$

Dimana :

$$V = \text{kecepatan poros (m/s)}$$

$$r_1 = \text{jari - jari sun gear (m)} = 28,5 \text{ mm} = 0,0285 \text{ m}$$

$$r_2 = \text{jari - jari planet gear (m)} = 30,9 \text{ mm} = 0,0309 \text{ m}$$

Maka :

$$V = 2 \times 3,14 \times (0,0285 \text{ m} + 0,0309 \text{ m}) \times 1440 \text{ rev/menit}$$

$$V = 537 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times \frac{1}{60 \text{ detik}}$$

$$= 9 \text{ m/s}$$

Setelah mendapatkan kecepatan poros maka dapat di hitung daya poros dengan menggunakan rumus berikut :

$$b. P_p = F \cdot V \text{ (kW)}$$

Maka :

$$P_p = 23,1 \text{ N} \times 9 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}
 &= 208 \text{ N } m/s \\
 &= 208 \text{ Watt} \\
 &= \frac{208 \text{ watt}}{746 \text{ watt}} = 0,278 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapat kebutuhan mesin 0,278 HP atau 208 watt, maka sumber tenaga penggerak agar aman untuk digunakan mesin planetary ball mill yaitu menggunakan motor listrik dengan daya 0,746 kW atau 1 HP, Serta putaran motor 1440 Rpm.

4.8.2. Faktor Koreksi Puntiran dan Lenturan

Faktor koreksi yang dianjurkan oleh ASME juga dipakai dalam rancangan ini. Faktor ini dinyatakan dengan K_t , dipilih sebesar 1,0 jika beban dikenakan secara halus, 1,0-1,5 jika terjadi sedikit kjutatan atau tumbukan, dan 1,5-3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan besar.

Beban lentur menurut pemakaian dapat dipertimbangkan pemakaian faktor C_b yang harganya antara 1,2-2,3 (jika diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur C_b diambil = 2,0). (Sularso, hal 8).

4. Diameter poros

Untuk menentukan diameter poros digunakan rumus sebagai berikut :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3}$$

Dimana :

d_s = Diameter Poros

τ_a = Tegangan Geser (kg/mm²)

K_t = Faktor Koreksi (1,5)

C_b = Faktor Lenturan (2,0)

$T = \text{Momen Rencana (kg.mm)}$

$$T = 9,74.10^5 \frac{P_m}{n_2}$$

$$T = 9,74.10^5 \frac{0,894 \text{ kW}}{1440 \text{ rpm}}$$

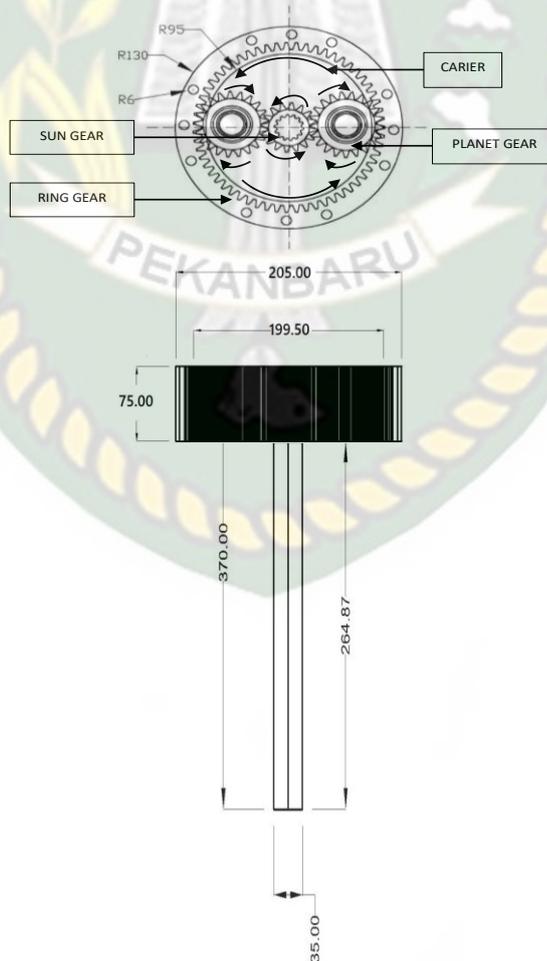
$$T = 604,69 \text{ kg.mm}$$

Maka :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{11} \times 1,5 \times 1 \times 60469 \right]^{1/3}$$

$$d_s = 34,7 \text{ mm} = 35 \text{ mm}$$

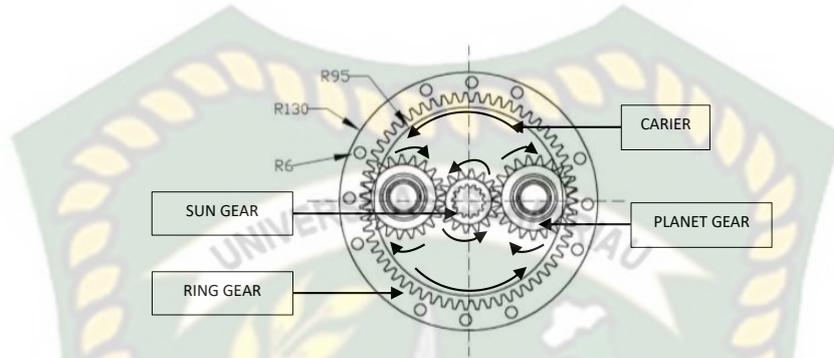
Dari perhitungan diatas didapat diameter poros 34,7 mm, maka dapat di ambil diameter poros yang di gunakan yaitu 35 mm



Gambar 4.7. poros

4.9. Gaya Planetary Gear

Planetary gear berhubungan dengan momen puntir (T_2) dimana dapat ditulis dengan rumus momen puntir sebagai berikut :

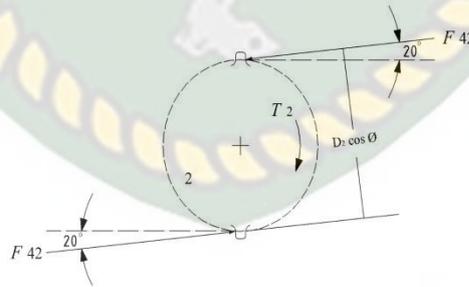


$$T_2 = \frac{9,551 \cdot W}{n_2}$$

$$T_2 = \frac{9,551 \cdot 450 \text{ watt}}{1440 \text{ rpm}}$$

$$T_2 = 2,98 \text{ N.m}$$

Gaya pada planetary gear ditentukan dengan persamaan dibawah :



$$\begin{aligned}
 F_{42} &= \frac{T_2}{D_2 \cos \theta} \\
 &= \frac{2,98 \text{ N.m}}{0,07125 \text{ m} \times \cos 20} \\
 &= 44,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

4.10. Gaya Total (F_{total})

Maka gaya total dihitung dengan jumlah total gaya keseluruhan pada perancangan alat planetary ball mill adalah :

$$F_{total} = F_{sp} + F_{pr} + F_{42}$$

Dimana :

$$F_{total} = \text{gaya total (N)}$$

$$F_{sp} = \text{gaya sentrifugal (N)}$$

$$F_{pr} = \text{gaya poros (N)}$$

$$F_{42} = \text{gaya planet gear (N)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} F_{total} &= F_{sp} + F_{pr} + F_{42} \\ &= 1,5 \text{ N} + 23,1 \text{ N} + 44,5 \text{ N} \\ &= 70 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi gaya total keseluruhan yang bekerja pada rumah bowl, poros, dan gaya pada planet gear adalah sebesar 70 N.

4.11. Daya total mesin (P_p)

$$P_p = F_{total} \times V_p$$

Dimana :

$$P = \text{daya mesin (Kw)}$$

$$F_{total} = \text{gaya total (N)}$$

$$V_p = \text{Kecepatan poros (m/s)}$$

$$V = 9 \text{ m/s}$$

Maka :

$$P_p = 70 \text{ N} \times 9 \text{ m/s}$$

$$P_p = 630 \text{ N.m/s} = 630 \text{ watt} = 0,630 \text{ kW}$$

$$= \frac{630 \text{ watt}}{746} = 0,84 \text{ HP}$$

Dari perhitungan didapat kebutuhan mesin 0,84 HP atau 630 watt, maka sumber tenaga penggerak agar aman untuk digunakan mesin planetary ball mill yaitu menggunakan motor listrik dengan daya 0,746 kW atau 1 HP > dari pada daya yang di butuhkan.

4.12. Bantalan

Bila diasumsikan tidak ada beban secara aksial (F_a), maka beban ekivalen dinamisnya adalah :

$$P_r = X \cdot V \cdot F_r$$

Diimana :

X = Baris bantalan

V = Beban putar pada cinicn dalam

Untuk X diambil 0,56, dan V = 1,2

$$F_r = \frac{T}{0,5 \cdot d_s}$$

$$F_r = \frac{386,73}{0,5 \cdot 14 \text{ mm}}$$

$$F_r = 55,24 \text{ kg}$$

$$\text{Maka, } P = 0,56 \times 1,2 \times 55,24 \text{ kg} = 37,12 \text{ kg}$$

1. Factor kecepatan dapat di hitung dengan persamaan :

$$f_n = \frac{33,3}{n}$$

Dimana :

f_n = faktor kecepatan

n = Putaran motor penggerak (rpm)

Maka :

$$f_n = \left(\frac{33,3}{1440}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$f_n = 0,28$$

2. Factor umur (f_h)

$$f_h = f_n C/p$$

Maka :

$$f_h = 0,28 \frac{1250}{37,12}$$

$$f_h = 9,40$$

3. Umur nominal (L_h) :

$$L_h = 500 \cdot f_h^3$$

$$L_h = 500 \cdot 9,40^3$$

$$= 415292 \text{ jam}$$

Keterangan :

Waktu bantalan yang bekerja dalam 1 hari = 8 jam, dalam sebulan 30

hari. Oleh karena itu hasil waktu mesin beroperasi perhari :

$$\text{Jika 1 hari dalam 24 jam} = \frac{415292}{24} = 17303,83 \text{ hari}$$

$$\text{Jika 1 hari dalam 8 jam} = \frac{415292}{8} = 519115 \text{ hari}$$

4.13. Gambar hasil rancangan

Gambar hasil rancangan adalah hasil akhir dari proses perancangan mesin planetary ball mill tipe vertikal. Untuk melihat komponen utama mesin dapat di lihat pada gambar berikut :



Gambar 4.8 sketsa rancangan

Keterangan :

1. Pengunci Bowl

Jumlah : 2 buah

Bahan : logam besi

2. Bowl

Jumlah : 2 buah

Bahan :

Ukuran : T = 8,5 cm L = 10,5 cm

3. Kedudukan bowl

Jumlah : 2 buah

Bahan : Besi pipa

Ukuran : diameter luar 114,3 mm dan diameter dalam 106,3

4. Piringan

Jumlah : 1 buah

Bahan : Besi plat

Ukuran : 280 mm

5. Planetary gear set

Jumlah : 1 buah

Proses pengerjaan : Pabrikan

6. Bantalan

Jumlah : 1 buah

Jenis : UCF 207

Proses pengerjaan : Pabrikan

7. Poros

Jumlah : 1 sun gear, 2 Planet gear

8. Rangka (*frame*)

Jumlah : 1 buah

Bahan : Besi UNP 5

Ukuran : T = 100 cm P = 50 cm L = 50 cm

9. Koppler

Jumlah : 1 buah

Bahan : Besi Baja

10. Motor listrik

Jumlah : 1 buah

Jenis : Motor listrik
 Tipe : YC80B – 4
 Daya : 1 HP = 745 watt = 0,745 kw
 Putaran motor (r/min): 1440 rpm

4.14. Hasil Pengujian

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Milling Pasir Silika

Kecepatan (Rpm)	Waktu milling (menit)	Pasir silika (g)	Mesh-100 (g)	Mesh 200 (g)
200	20	300	22.62	19.08
	40	300	28.81	24.14
	60	300	45.90	30.40
Jumlah	120	900	97.33	73.62
Rata-rata	40	300	32.44	24.54
300	20	300	27.89	25.60
	40	300	33.90	35.80
	60	300	46	44.10
Jumlah	120	900	107.79	105.5
Rata-rata	40	300	35.93	35.16

4.15. Kapasitas Produksi

Kapasitas kerja alat di hitung dengan memasukkan sampel pasir silika dengan berat 300 mg kedalam bowl mill dengan variasi putaran yang berbeda dan mesh yang digunakan berukuran 100 dan 200 pada setiap hasil sesudah milling dilakukan. Kemampuan untuk penghalusan pasir silika dinyatakan dengan kg/jam, yang dapat dihitung dengan rumus :

$$KP = \frac{\text{berat sampel} \times 60 \left(\frac{\text{menit}}{\text{jam}}\right)}{\text{waktu}}$$

$$KP = \frac{0,3 \text{ kg} \times 60 \left(\frac{\text{menit}}{\text{jam}}\right)}{40 \text{ menit}}$$

$$KP = 0,45 \text{ kg/jam}$$

1. Efisiensi pasir silika mesh #100 putaran 200, di hitung menggunakan rumus :

$$EPS = \frac{BPS}{BPSS} \times 100 \%$$

Dimana:

EPS = Efisiensi pasir silika (g)

BPS = Berat pasir silika (g)

BPSS = Berat pasir silika sesudah (g)

Maka :

$$\begin{aligned} EPS &= \frac{32,44 \text{ g}}{300 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 10,81 \text{ g} \end{aligned}$$

2. Efisiensi pasir silika mesh #200 putaran 200, di hitung menggunakan rumus :

$$EPS = \frac{BPS}{BPSS} \times 100 \%$$

Maka :

$$\begin{aligned} EPS &= \frac{24,54 \text{ g}}{300 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 8,18 \text{ g} \end{aligned}$$

3. Efisiensi pasir silika mesh #100 putaran 300, di hitung menggunakan rumus :

$$EPS = \frac{BPS}{BPSS} \times 100 \%$$

Maka :

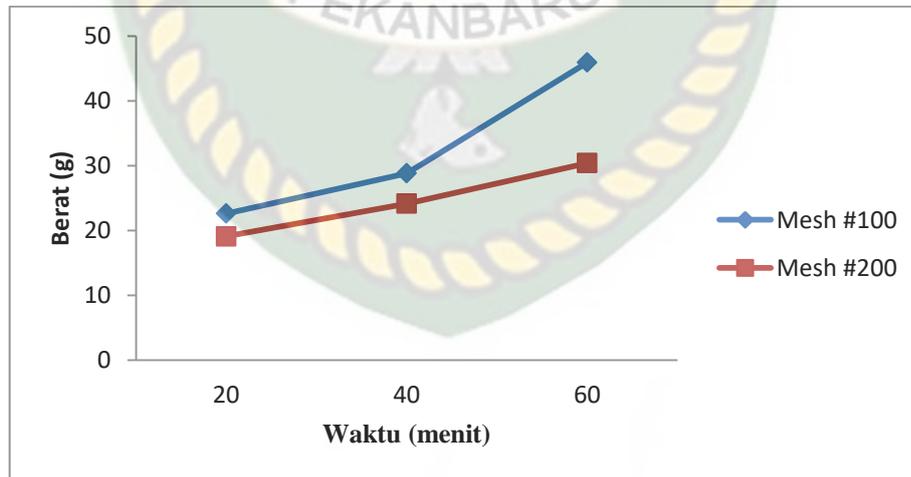
$$\begin{aligned}
 EPS &= \frac{35.93 \text{ g}}{300 \text{ g}} \times 100 \% \\
 &= 11.97 \text{ g}
 \end{aligned}$$

4. Efisiensi pasir silika mesh #200 putaran 300, di hitung menggunakan rumus :

$$EPS = \frac{BPS}{BPSS} \times 100 \%$$

Maka :

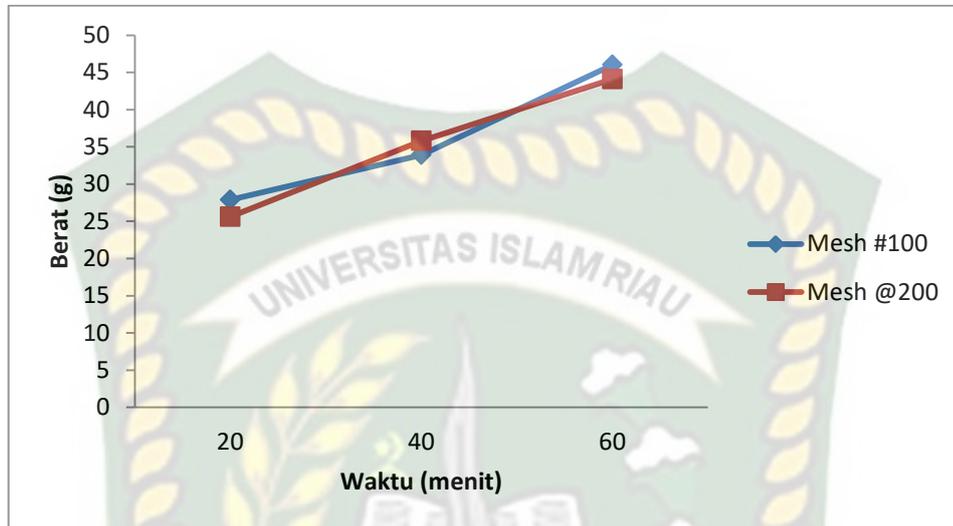
$$\begin{aligned}
 EPS &= \frac{35.16 \text{ g}}{300 \text{ g}} \times 100 \% \\
 &= 11.72 \text{ g}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.9 Grafik berat pasir silika yang dihasilkan berbanding waktu pada putaran 200 Rpm

Dari gambar 4.12 di atas dapat di lihat bahwa ketika penghalusan pasir silika diberikan putaran milling 200 Rpm dengan waktu yang berbeda-

beda terjadi perubahan jumlah hasil berat penghalusan pasir silika pada mesh #100 dan #200 semakin naik, karena semakin besar nya gaya tumbukan bola terhadap pasir silika.



Gambar 4.10 Grafik berat pasir silika yang dihasilkan berbanding waktu pada putaran 300 Rpm

Dari gambar 4.13 di atas dapat di lihat bahwa ketika penghalusan pasir silika diberikan putaran milling 300 Rpm dengan waktu yang berbeda-beda terjadi perubahan jumlah hasil berat penghalusan pasir silika pada mesh #100 dan #200. Pada waktu milling 60 menit dimana hasil yang lebih banyak terdapat pada mesh 100. Disebabkan oleh putaran yang tinggi dan gaya tumbukan lebih lama saat milling dilakukan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan serangkaian pembuatan dan pengujian alat *planetary ball mill*, untuk menghaluskan pasir silika dengan cara milling, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Diperoleh Rangka pada alat planetary ball mill berukuran dengan tinggi 100 cm dan lebar 50 cm
2. Tipe planetary ball vertical agar dapat menambah cairan methanol ketika milling di dalam bowl
3. Diperoleh Diameter poros pada planet gear 14 mm dan panjang 60 mm
4. Jumlah putaran yang dapat dihasilkan n_2 1,153 Rpm
5. Daya total mesin di dapat = 630 watt = 0,630 kW = 0,84 HP
6. Didapatkan gaya kinetic bola = 0,607 Joule
7. Komponen-komponen pada alat ini, Gear set Planetary, Poros, Rangka, Bantalan, Motor Listrik, dan rangkaian kelistrikan Arduino
8. Hasil pengujian alat planetary ball mill menunjukkan bahwa ketika di berikan waktu milling yang berbeda akan mempengaruhi jumlah dari hasil penghalusan pasir silika.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang diperoleh maka penulis menyarankan untuk melakukan penelitian selanjutnya dengan metode milling tanpa menggunakan cairan methanol, agar dapat melihat perbedaan milling dengan campuran cairan. Kemudian pada alat ini dapat diperbaharui dengan penggantian motor listrik agar dapat meningkatkan putaran saat milling dilakukan.



DAFTAR PUSTAKA

- Arief Muliawan. 2016. Studi awal Bahan Dasar Piranti Solar Cell pada Pasir Sambera Muara Badak Menggunakan XRF dan XRD. STTB. Bontang. Kalimantan Timur.
- Candra Rufli Wibowo. 2017. Rancang Bangun Mesin Ball Mill Untuk Memperkecil Ukuran Partikel Pasir Silica Bekas inti Cor. Universitas Muria Kudus. Jawa Tengah.
- George H. Martin. 1985. Kinematika dan Dinamika Teknik. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Kim. 2002. *Hammermills and Roller Milss. Kansas State Univercity*
- Martin, George H. 1998. Kinematika Mesin. Highbury, London. England
- Mott, Robert L. 2009. *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanisme*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Setyati,puji. 2016. Sintesis dan Karakterisasi Zirkonia (ZrO_2) Dari Pasir Zirkon Belitung Sebagai Keramik. Universitas Negeri Semarang. Jawa Tengah
- Sularso MSME, Kiyokatsu Suga. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Elemen Mesin*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sumarno, Prida Novarita Dkk. 2015. Pemurnian Pasir Silika dengan Metode Leaching Asam dan bantuan Sonikasi. Insitut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Surabaya.