

Pengembangan Sistem Penumbukan pada Mesin Penepung Umbi Porang di Politeknik Manufaktur Bandung

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Hiratul Aprial

220322008



**PROGRAM STUDI REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Pengembangan Sistem Penumbukan pada Mesin Penepung Umbi Porang di
Politeknik Manufaktur Bandung**

Oleh:

Hiratul Aprial

220322008

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 22 Agustus 2022

Disetujui,

Pembimbing I,



Dr. Aida Mahmudah, S.T., M.T.
NIP. 197803242006042013

Pembimbing II



Dede Sujana, M.Pd.
NIP. 196902082002121002

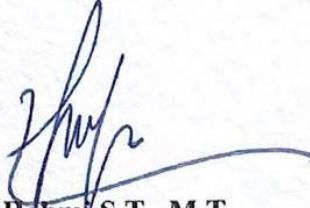
Disahkan,

Penguji I,



Riky Adhikarto, S.T., M.T.
NIP.198506162014041002

Penguji II



Meri Rahmi, S.T., M.T.
NIP.198502072019032013

Penguji III



Pandoe S.T., M.T.
NIP.196903031995121002

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Hiratul Aprial
NIM	:	220322008
Jurusan	:	Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi	:	Rekayasa Perancangan Mekanik
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Pengembangan Sistem Penumbukan pada Mesin Penepung Umbi Porang di Politeknik Manufaktur Bandung

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 25 – 07 – 2024

Yang Menyatakan,



Hiratul Aprial

220322008

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Hiratul Aprial
NIM	:	220322008
Jurusan	:	Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi	:	Rekayasa Perancangan Mekanik
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Pengembangan Sistem Penumbukan pada Mesin Penepung Umbi Porang di Politeknik Manufaktur Bandung

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 25 – 07 – 2024

Yang Menyatakan,



(Hiratul Aprial)

220322008

MOTO PRIBADI

Berangkat dengan penuh keyakinan. Berjalan dengan penuh keikhlasan dan Istiqomah dalam menghadapi cobaan. Hanya kepada Allah saya mengabdikan, memohon ampunan dan pertolongannya.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya danRasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, alhamdlillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul Pengembangan Sistem Penumbukan pada Mesin Penepung Umbi Porang di Politeknik Manufaktur Bandung.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Para Pembimbing tugas akhir Ibu Dr. Aida Mahmudah, S.T., M.T. dan Bapak Dede Sujana, M. Pd.
2. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Nurjannah dan Bapak AbdulHalim yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak M. Nurdin, ST., M.AB.

4. Ketua Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Bapak Bustami Ibrahim, SST., MT.
5. Ketua Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik, Bapak Riky Adhi Harto S.T., M.T.
6. Bapak Pandoe S.T., M.T. sebagai pembimbing pada tim penelitian mesin umi porang
7. Panitia tugas akhir Teknik Perancangan Manufaktur
8. Untuk kakak Muhammad Azizi dan adik saya Muhammad Arazi yang telah telah memberikan motivasi dan pengorbanan kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Buat sahabat – sahabat saya terutama dari angkatan 20, koin 08, untuk anak anak aceh yang berada di polman, dan juga kepada keluarga Josblar MC terima kasih banyak telah mensupport saya.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 21 Agustus 2024



Hiratul Aprial

ABSTRAK

Porang (*Amorphophallus muelery*) merupakan salah satu jenis tumbuhan umbi-umbian. Tumbuhan ini berupa semak (herba) yang dapat dijumpai di daerah tropis. Dari data yang diperoleh informasi adanya kebutuhan akan porang di Indonesia ataupun di luar negeri pada tahun 2013 sampai dengan sekarang cukup banyak, sekitar 97% Hasil umbi porang basah di Indonesia diekspor keluar negeri dan sekitar 3% dari total hasil pertanian di Indonesia yang diolah secara langsung didalam negeri. Pemanfaatan umbi porang dapat diolah menjadi beberapa jenis produk yaitu menjadi chip porang dan tepung porang. Tujuan penelitian ini adalah rancang bangun mesin penepung umbi porang yang akan menghasilkan tepung porang. Angka kualitas butiran tepung porang yang diharapkan adalah 50 mesh. Hasil Pengujian, diharapkan dapat diketahui kinerja mesin dalam penepungan umbi porang, yang di proses dari penumbukan potongan *chip* porang kering. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem penumbukan untuk mesin penepung umbi porang di Politeknik Manufaktur Bandung. Pengembangan lanjutan pada penelitian ini adalah sistem penumbukan dengan jenis mata pisau *hammer mill*. Pengembangan awal mesin penepung porang ini telah dilakukan dengan menggunakan *disc mill* sebagai sistem penumbuknya. Namun setelah di uji coba menggunakan *disc mill* efisiensinya rendah hanya 14,8% bahan yang berhasil diproses sedangkan saat uji coba menggunakan *Hammer Mill* efisiensinya mencapai 22,8%. Meskipun *hammer mill* lebih efektif, masih terdapat tantangan berupa bahan yang tersangkut (41,2%) dan tercecer (32%). Penelitian ini menyimpulkan bahwa *hammer mill* lebih unggul dibandingkan *disc mill* dalam penepungan umbi porang, namun masih memerlukan penyempurnaan untuk mengurangi masalah tersangkutnya bahan dan meningkatkan efisiensi keseluruhan. Hasil ini diharapkan dapat menjadi landasan untuk pengembangan lebih lanjut dalam optimalisasi mesin penepung umbi porang.

Kata kunci: Sistem penumbukan, mesin penepung, umbi porang, tepung porang

ABSTRACT

Porang (Amorphophallus muelleri) is a type of tuberous plant. This herbaceous plant can be found in tropical regions. From the data obtained, it is known that the demand for porang, both in Indonesia and abroad, has been substantial from 2013 until now. Around 97% of the wet porang tubers harvested in Indonesia are exported, while only about 3% of the total agricultural production is processed domestically. Porang tubers can be processed into several types of products, such as porang chips and porang flour. The aim of this research is to design and develop a porang tuber flour machine that will produce porang flour. The desired particle size for the porang flour is 50 mesh. Through testing, it is expected to determine the machine's performance in grinding porang tubers, which will be processed from dry porang chips. This research focuses on the development of a grinding system for the porang tuber flour machine at Politeknik Manufaktur Bandung. Further development of this research involves a grinding system using hammer mill blades. The initial development of the porang flour machine was conducted using a disc mill as the grinding system. However, after testing with the disc mill, its efficiency was found to be low, with only 14.8% of the material successfully processed, whereas when tested with the hammer mill, its efficiency reached 22.8%. Although the hammer mill is more effective, challenges remain, such as material clogging (41.2%) and material scattering (32%). This study concludes that the hammer mill is superior to the disc mill in grinding porang tubers, but improvements are still needed to reduce clogging issues and increase overall efficiency. These findings are expected to serve as a foundation for further development in optimizing the porang tuber flour machine.

Keywords: Grinding system, flour machine, porang tuber, porang flour

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang.....	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-4
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Umbi Porang	II-1
II.1.2 Tepung Porang	II-1
II.1.3 Mesin Penepung Porang.....	II-3
II.1.4 Penumbuk Porang	II-4
II.1.5 Metode Perancangan VDI 2222.....	II-5
II.1.6 Metodologi Perancangan VDI 2225.....	II-7
II.2 Tinjauan Mesin.....	II-8
II.3 Studi Penelitian Terdahulu	II-9
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1 Perancangan Sistem Penumbukan <i>Hammer Mill</i>	III-2
III.1.1 Merencana	III-3
III.1.2 Mengonsep	III-3
III.1.3 Merancang.....	III-3
III.1.4 Mendetail.....	III-3
III.2 Fabrikasi Sistem penumbukan <i>Hammer Mill</i>	III-3

III.3	Uji Coba Sistem Penumbukan <i>Hammer Mill</i>	I-3
III.4	Pengujian Penumbukan.....	III-4
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		IV-1
IV.1	Perancangan Sistem Penumbukan <i>Hammer Mill</i>	IV-1
IV.1.1	Merencana	IV-1
IV.1.2	Mengkonsep	IV-4
IV.1.3	Merancang.....	IV-11
IV.1.4	Mendetail.....	IV-13
IV.1.5	Gambar Kerja	IV-13
IV.2	Pembuatan sistem penumbukan <i>Hammer Mill</i>	IV-15
IV.2.1	Proses Manufaktur	IV-15
IV.2.2	Perakitan Mata Pisau <i>Hammer Mill</i>	IV-16
IV.2.3	Perawatan Mesin	IV-16
IV.3	Uji coba Mata Pisau <i>Hammer Mill</i> Keruang Penumbukan <i>Disc Mill</i>	IV-17
IV.4	Pengujian Penumbukan.....	IV-18
IV.4.1	<i>Hammer Mill</i>	IV-18
IV.4.2	<i>Disc Mill</i>	IV-19
IV.4.3	Perbandingan.....	IV-20
BAB V PENUTUP.....		IV-1
IV.5	Kesimpulan	IV-1
IV.6	Saran	IV-1
DAFTAR PUSTAKA		xiv
LAMPIRAN 1.....		xv
LAMPIRAN 2.....		xvi
LAMPIRAN 3.....		xvii
LAMPIRAN 4.....		xviii
LAMPIRAN 5.....		xx

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Jenis Penumbukan.....	I-4
Tabel II-2 Penilaian.....	II-7
Tabel II-3 Penelitian terdahulu.....	II-9
Tabel IV-1 Daftar Tuntutan	IV-4
Tabel IV-2 Alternatif Konsep	IV-7
Tabel IV-3 Kotak Morfologi.....	IV-8
Tabel IV-4 Penilaian	IV-11
Tabel IV-5 Proses Manufaktur.....	IV-15
Tabel IV-6 Perbandingan <i>Hammer mill</i> dan <i>Disc mill</i>	IV-20

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Umbi Porang.....	I-1
Gambar I-2 Umbi Porang Sebagai Komuditi Ekspor	I-2
Gambar I-3 Mesin Penepung (<i>Disc Mill</i>).....	I-3
Gambar II-1 Umbi Porang	II-1
Gambar II-2 Tepung Porang	II-2
Gambar II-3 Mesin <i>Disc Mill</i>	II-3
Gambar II-4 Diagram Alir Metodologi VDI 2222.....	II-6
Gambar II-5 Mesin <i>Disc Mill</i>	II-8
Gambar III-1 Diagram Alir	III-1
Gambar III-2 Diagram Alir VDI 2222	III-2
Gambar IV-1 Ruang Penepung	IV-1
Gambar IV-2 Mata Pisau <i>Disc Mill</i>	IV-2
Gambar IV-3 Saringan	IV-3
Gambar IV-4 Saringan pada rumah penepung.....	IV-4
Gambar IV-5 <i>Blackbox</i>	IV-5
Gambar IV-6 <i>Glassbox</i>	IV-5
Gambar IV-7 Diagram Fungsi	IV-5
Gambar IV-8 Fungsi Penghalus.....	IV-6
Gambar IV-9 AFK 1	IV-9
Gambar IV-10 AFK 2	IV-10
Gambar IV-11 Jarak dari pusat rotasi ke mata pisau	IV-12
Gambar IV-12 <i>Draft</i> rancangan	IV-13
Gambar IV-13 Gambar Kerja.....	IV-14
Gambar IV-14 Pemasangan <i>Hammer Mill</i>	IV-16
Gambar IV-15 Pemasangan <i>Hammer Mill</i>	IV-17
Gambar IV-16 Chip Porang <i>Hammer Mill</i>	IV-18
Gambar IV-17 Hasil uji coba <i>Hammer Mill</i>	IV-18
Gambar IV-18 Chip Porang <i>Disc Mill</i>	IV-19
Gambar IV-19 Hasil Uji Coba <i>Disc Mill</i>	IV-19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Biodata diri

Lampiran 2 Draft Kontruksi Mesin Penepung

Lampiran 3 Draft Kontruksi *Hammer Mill*

Lampiran 4 Gambar Kerja Komponen *Hammer Mill*

Lampiran 5 Spec Motor

Lampiran 6 Rubrik Penilaian

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang



Gambar I-1 Umbi Porang

Umbi porang, juga dikenal sebagai *Amorphophallus muelleri*, merupakan salah satu jenis umbi umbian yang memiliki hubungan kekerabatan dengan kentang dan jenis umbi lainnya. Umbi porang memiliki potensi besar dalam pemanfaatannya sebagai bahan baku pangan. Umbi porang diolah menjadi produk berbentuk chip dan tepung. Negara Jepang dan Cina menguasai bisnis porang hingga ke hilirnya. Sedangkan di Indonesia, produksi umbi porang yang mencapai 142.000 Ton pada tahun 2020 dan akan mencapai 600.000 ton pada tahun 2024. Kondisi ini hanya dikelola oleh 13 perusahaan penghasil chip porang dan 6 perusahaan penghasil tepung porang. Dari total produksi chip porang, hampir 90% di ekspor ke luar negeri, dan selebihnya diolah di dalam negeri[1]. Hal ini disebabkan penggunaan bahan baku pangan dari porang di dalam negeri masih rendah. Kelangkaan produksi tepung porang menyebabkan harga tepung porang masih dinilai mahal sehingga kurang menarik konsumen. Hal ini menyebabkan butuh waktu yang relative lama serta tenaga yang lebih ekstra untuk pengolahan dari proses panen hingga penjualannya. Jika jenis olahan porang akan ditingkatkan dari chip menjadi berbentuk tepung, maka akan memakan waktu dan tenaga yang lebih lama lagi. Proses untuk menghasilkan tepung porang sendiri diawali dengan proses mencuci, merajang atau mengiris, mengeringkan dan menepung porang. Seluruh proses ini membutuhkan mesin khusus agar hasil olahannya berkualitas

dan laku dijual bahkan sampai ekspor[2]. Oleh karenanya pengolahan umbi porang dalam bentuk tepung perlu untuk ditingkatkan. Keterlibatan masyarakat petani porang dan UMKM dalam memproduksi bahan baku tepung porang diperlukan agar ketersediaan bahan terpenuhi. Selain itu, nilai jual yang bertambah dengan diversifikasi olahan umbi porang akan meningkatkan perekonomian petani porang dan penggiat UMKM yang terlibat.



Gambar I-2 Umbi Porang Sebagai Komuditi Ekspor

Dalam konteks ini, perlu ditekankan bahwa umbi porang saat ini dijual tanpa proses pengolahan lebih lanjut, yang menyebabkan rendahnya nilai jual umbi porang. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan yang mendesak untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam pengolahan umbi porang menjadi produk bernilai tambah, seperti tepung porang. Artikel-artikel jurnal sebelumnya telah membahas penggunaan mesin penepung produksi tepung porang dan potensi pengembangan keripik porang sebagai makanan khusus. Selain itu, beberapa artikel juga mengulas tentang keberlanjutan budidaya porang dan signifikansinya sebagai komoditas ekspor. Secara keseluruhan, perkembangan teknologi pengolahan umbi porang menjadi produk bernilai tambah seperti tepung porang dapat meningkatkan profitabilitas industri porang dan sekaligus memberikan manfaat yang signifikan bagi petani dan distributor di sektor ini. Variasi ukuran partikel tepung porang untuk bahan baku pangan berkisar antara 30 sampai dengan 120 mesh. Semakin besar angka ukuran partikel, semakin halus partikel tepung. Dan semakin kecil ukuran partikel tepung, semakin homogen campuran yang dihasilkan.



Gambar I-3 Mesin Penepung (*Disc Mill*)

Pada tugas akhir ini akan dilakukan kajian sistem penumbukan pada mesin penepung yang telah dihasilkan pada penelitian sebelumnya di Polman Bandung. Sistem penumbukan pada mesin penepung tersebut menggunakan penumbuk *disc mill*. Selain *disc mill*, jenis penumbuk lain yang sering digunakan pada mesin penepung adalah jenis *hammer mill*. Penelitian ini akan membandingkan penumbukan umbi porang dengan menggunakan kedua jenis penumbuk *disc mill* dan *hammer mill*. Untuk menghasilkan tepung porang ukuran 50 mesh. Manfaat dari penelitian ini adalah dihasilkannya mesin penepung porang dengan sistem penumbukan yang tepat untuk menghasilkan tepung porang 50 mesh.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, berikut merupakan rumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini

1. Bagaimana sistem penumbukan *hammer mill* yang sesuai agar bisa masuk ke dalam ruang penumbukan *disc mill*
2. Bagaimana membandingkan kinerja metode penumbukan menggunakan *hammer mill* dan *disc mill* dalam menghasilkan tepung porang dengan tingkat kehalusan 50 mesh?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Perancangan dan pembuatan sistem penumbukan mesin penepung porang.
2. Penelitian ini berfokus pada pengujian proses penumbukan pada mesin penepung porang dengan sistem penumbukan *disc mill* dan *hammer mill*.
3. Metode penumbukan yang digunakan adalah *hammer mill* dan *disc mill*

4. Penelitian tidak akan mencakup aspek pemasaran dan distribusi produk tepung porang.
5. Penelitian ini tidak mencakup analisis pada kandungan zat gizi dan kualitas gizi tepung porang yang dihasilkan setelah proses penumbukan.
6. Penelitian ini tidak mencakup tahapan proses lain dalam pengolahan umbi porang, seperti pencucian, pemotongan, atau pengeringan.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pengembangan sistem penembukan pada mesin penepung umbi porang adalah sebagai berikut :

1. Membangun sistem penembukan *hammer mill* pada mesin penepung *disc mill*
2. Menghasilkan metode penumbukan yang memadai untuk menghasilkan penepung porang dengan 50 mesh.

Manfaat sebagai berikut :

1. Berkontribusi dalam peningkatan pengolahan pasca panen umbi porang.
2. Penerapan teknologi tepat guna di masyarakat petani porang.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN BAB III, berisi hasil pemilihan komponen dan perhitungan

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dan tujuan yang di capai, serta saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tinjauan Teori

Untuk menunjang data pada penelitian ini, dilakukan tinjauan teori yang didapatkan dari jurnal dan buku yang telah diterbitkan sebelumnya.

II.1.1 Umbi Porang

Umbi porang (*Amorphophallus muelleri*) adalah jenis umbi-umbian yang memiliki hubungan kekerabatan dengan kentang dan jenis umbi lainnya. Umbi porang memiliki potensi besar dalam pemanfaatannya, yang meliputi pengolahan menjadi berbagai jenis produk seperti chip porang dan tepung porang. Umbiporang juga memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan fungsional[1].



Gambar II-1 Umbi Porang

II.1.2 Tepung Porang

Potensi besar umbi porang tersebut yang awalnya turut mendorong Simon meneliti porang lebih jauh. Penelitian terhadap porang dilakukan sejak 2007. Saat itu, penelitian dilakukan untuk mengembangkan umbi porang menjadi bahan baku olahan lain. Pengembangan pun akhirnya difokuskan untuk mengolah umbi porang menjadi bentuk tepung. Hal itu dilakukan karena tepung lebih mudah diolah menjadi campuran berbagai jenis pangan lain, seperti mi, bakso, dan sosis. Pangan olahan dengan bahan baku tepung porang dinilai lebih sehat dibandingkan makanan yang menggunakan jenis tepung lainnya. Tepung porang juga sudah dimanfaatkan untuk membuat kue tradisional. Salah satu yang sudah

dikembangkan untuk membuat kue bantal yang menjadi makanan khas Nusa Tenggara Timur.[2]. Tepung Porang merupakan suatu proses pengolahan yang bertujuan untuk menghasilkan produk setengah jadi yang lebih mudah diaplikasikan sebagai bahan pangan. Proses ini dilakukan dengan cara mentransformasi bahan dengan ukuran partikel yang lebih besar menjadi tepung dengan ukuran partikel yang lebih kecil dan memiliki kehalusan tertentu. Dengan demikian, produk tepung hasil dari proses penepungan dapat digunakan untuk berbagai aplikasi pangan dengan lebih mudah dan praktis. Proses penepungan melibatkan mekanisme pemecahan bahan yang dipengaruhi oleh adanya tekanan pada bahan pada titik kritis. Tekanan yang diberikan akan diserap oleh bahan sebagai energi penekan yang menyebabkan bahan pecah. Pecahnya bahan akan mengikuti bidang belahan sesuai dengan sifat bahan. Proses ini bertujuan untuk mengubah ukuran partikel bahan menjadi lebih kecil dan homogen, sehingga dapat diaplikasikan sebagai tepung yang memiliki konsistensi dan kehalusan 10 tertentu. Proses penepungan umumnya dilakukan pada berbagai bahan pangan, termasuk pada umbi porang untuk menghasilkan tepung porang.



Gambar II-2 Tepung Porang

Penepungan dilakukan bertujuan untuk mengecilkan suatu bahan. Beberapa tujuan dari proses penepungan suatu bahan adalah:

1. Untuk mempermudah proses ekstraksi unsur tertentu dari struktur komposit.
2. Untuk penyesuaian dengan kebutuhan spesifikasi produk. Contohnya penyajian rempah–rempah
3. Untuk menambah luas permukaan padatan suatu bahan.
4. Untuk mempermudah proses pencampuran bahan secara lebih merata

Mekanisme pengecilan ukuran suatu partikel dapat dibagi menjadi 3 (tiga) cara yaitu :

1. Pemotongan, pemotongan adalah cara pengecilan ukuran dengan menghantamkan ujung suatu benda tajam pada bahan yang dipotong. Struktur permukaan yang terbentuk oleh proses pemotongan relatif tidak menjadirusak.
2. Penggerusan, penggerusan menggunakan daya yang relatif besar sehingga bahan terpecah dengan bentuk yang tidak teratur.
3. Penggungtingan merupakan gabungan dari mekanisme pemotongan dan penggerusan.

II.1.3 Mesin Penepung Porang

Mesin penepung porang digunakan untuk menumbuk umbi porang menjadi tepung dengan tingkat kehalusan tertentu. Beberapa jurnal membahas penggunaan mesin ini dalam produksi tepung porang dan pengembangan keripik porang sebagai makanan siap untuk dikonsumsi. Dalam mesin penepung, terdapat Penumbukan adalah proses pengurangan ukuran partikel bahan padat dengan menggunakan gaya mekanis. Dalam penumbukan, partikel-partikel bahan padat dihancurkan dan diubah menjadi partikel-partikel yang lebih kecil



Gambar II-3 Mesin *Disc Mill*

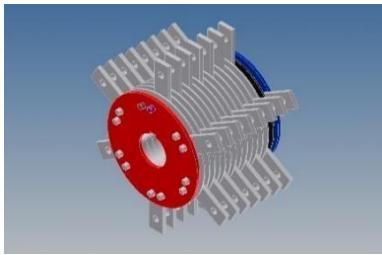
Mesin penepung porang dapat membantu meningkatkan profitabilitas industri porang dan sekaligus memberikan manfaat yang signifikan bagi petani dan pengepul di sektor ini. mesin penepung berdasarkan gaya yang bekerja terhadap bahan dapat dibedakan menjadi empat tipe mesin seperti *Hammer mill*, *Roller*

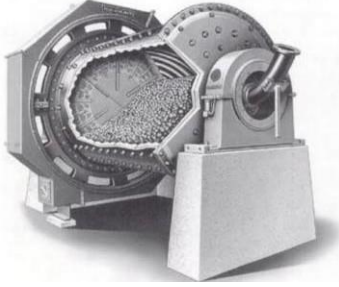
mill, *Rod mill* dan *Pin mill* atau *Disk mill*. Penepung tipe *disc* lebih banyak digunakan untuk proses penepungan bahan baku yang mengandung serat rendah seperti biji- bijian. Beberapa keunggulan mesina penepung tipe disc antara lain: hasil giling relatif homogen, tenaga yang dibutuhkan lebih rendah, lebih mudah menyesuaikan diri dengan perbedaan ukuran bahan baku dan umumnya kecepatan putar piring penepung rendah atau dibawah 1.200 rpm[3].

II.1.4 Penumbuk Porang

Penumbukan adalah proses pengurangan ukuran partikel bahan padat dengan menggunakan gaya mekanis. Dalam penumbukan, partikel-partikel bahan padat dihancurkan dan diubah menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Prinsip-prinsip penumbukan yang digunakan dalam mesin penepung adalah gaya gesekan, gaya impak, dan gaya tekanan. Mesin penepung porang menggunakan prinsip penumbukan dengan gaya gesekan. Pada mesin penepung porang, penumbuk yang digunakan adalah piringan penggiling yang berputar dengan kecepatan tinggi. Piringan penggiling tersebut memiliki permukaan yang kasar sehingga dapat menghancurkan umbi porang menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Beberapa jenis penumbukan dapat dilihat pada Tabel II.1.

Tabel II-1 Jenis Penumbukan

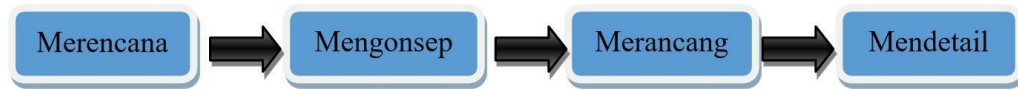
No	Nama	Visual	Keterangan
1	<i>Hammer Mill</i>		<i>Hammer mill</i> adalah alat pengecil ukuran menggunakan gaya pukul, mata <i>hammer</i> digerakkan oleh motor penggerak dengan kecepatan tinggi, <i>hammer</i> akan memukul bahan ke dinding dinding <i>hammer</i> .
2	<i>Roller Mill</i>		<i>Roller mill</i> memiliki dua buah roller atau silinder. Prinsip kerja alat ini dengan menggerakkan kedua silinder ke arah putaran yang berlawanan. Kecepatan

			kedua roller ini berbeda.
3	<i>Rod Mill</i>		<i>Rod mill</i> merupakan alat penghalus yang menggunakan <i>rod</i> (batang). Alat ini memiliki suatu shell silinder yang terdapat media penggiling yang tercampur dengan beberapa bahan yang akan digiling dan akhirnya terjadi tumbukan.
4	<i>Disc Mill</i>		<i>Disk mill</i> merupakan alat penggiling yang memanfaatkan motor sebagai tenaga penggerak yang posisi motor penggerak terletak dibawah rangka. Alat giling tipe <i>disk mill</i> terdiri dari dua bagian piringan. Bagian piringan yang satu bersifat dinamis dan yang lain bersifat statis. Komponen-komponen dari pin mill yaitu corong pemasukkan (<i>input</i>), corong pengeluaran (<i>output</i>), piringan penggiling, dinding penutup serta poros penggerak.

II.1.5 Metode Perancangan VDI 2222

Metode perancangan VDI 2222 merupakan penyelesaian suatu permasalahan pada suatu proses perancangan ataupun pengembangan produk yang diselesaikan secara sistematis dan terstruktur. Fase perancangan dari VDI 2222 terbagi menjadi empat fase pokok yaitu merencana, mengonsep, merancang, dan mendetail. Diagram alir

metodologi perancangan VDI 2222 ditunjukkan pada gambar II-4.



Gambar II-4 Diagram Alir Metodologi VDI 2222

1. Tahap Merencana

Pada tahap merencana, perancang melakukan pencarian terhadap data-data yang dibutuhkan untuk menunjang proses penyelesaian permasalahan pada rancangan. Pada tahap ini, perancang juga mendefinisikan spesifikasi dan juga daftar tuntutan dari suatu rancangan yang akan dibuat.

2. Tahap Mengonsep

Pada tahap ini, perancang yang sebelumnya sudah memiliki daftar tuntutan, menjadikan daftar tuntutan tersebut menjadi acuan untuk dapat mendefinisikan fungsi dari setiap bagian yang ada pada suatu rancangan. Fungsi bagian ini dibuat dengan beberapa alternatif pilihan kemudian dipilihlah alternatif konsep rancangan yang paling sesuai dengan daftar tuntutan. Pada tahap mengonsep juga, terdapat beberapa hal yang harus dibuat yaitu:

- a. Perancang membuat *black box* dan *glass box* yaitu untuk mendefinisikan suatu proses kerja dari alat ataupun mesin yang akan dibuat.
- b. Perancang mendefinisikan fungsi-fungsi bagian yang didapat dari *black box* dan *glass box* sebagai acuan perancangan.
- c. Perancang membuat alternatif fungsi bagian yang didefinisikan dalam beberapa variasi setiap komponen yang akan digunakan pada suatu alat atau mesin yang akan dibuat.
- d. Perancang mengombinasikan setiap alternatif fungsi kombinasi menjadi alternatif konsep rancangan.
- e. Perancang lalu memilih alternatif konsep rancangan yang dipilih yang dapat mengakomodir seluruh kebutuhan dari penelitian dan juga memenuhi spesifikasi yang ada.

3. Tahap Merancang

Pada tahap merancang, perancang membuat model rancangan dengan menggunakan perangkat lunak, pada penelitian ini penulis menggunakan Solidworks untuk pemodelan dan perhitungan komponen-komponen yang

dianggap kritis dengan menggunakan perangkat lunak *Solidworks Simulation*, juga melaksanakan validasi dari rancangan yang dibuat atau dari alternatif konsep rancangan yang terpilih.

4. Tahap Mendetail

Pada tahap akhir atau tahap mendetail, perancang harus menghasilkan kegiatan penelitian berupa dokumentasi teknik hasil rancangan akhir. Dokumentasi teknik yaitu berupa gambar draft rancangan dan juga gambar komponen yang ada pada rancangan menggunakan perangkat lunak Solidworks.

II.1.6 Metodologi Perancangan VDI 2225

Dalam tahapan perancangan, perancang harus dapat menentukan alternatif konsep rancangan yang paling memenuhi daftar tuntutan, sehingga diperlukan tahapan penilaian terhadap suatu alternatif konsep rancangan. Aspek penilaian yang diambil adalah aspek yang berada pada daftar tuntutan suatu alat atau mesin yang akan dirancang. VDI 2225 merupakan metode penilaian suatu rancangan yang menggunakan skala dari nol hingga empat di mana suatu rancangan dinilai dari segi teknis maupun ekonomisnya. Pada VDI 2225, akhirnya akan diakumulasikan jumlah skor penilaian untuk dapat menjadi acuan untuk memilih salah satu alternatif yang paling baik.

Tabel II-2 Penilaian

Skor Aspek	0	1	2	3	4
Penilaian Teknis					
Penilaian Fungsi	Sangat kurang	Kurang baik	Cukup	Baik	Sangat baik
Konstruksi	Sangat kurang	Kurang baik	Cukup	Baik	Sangat baik
Pengoperasian	Sangat kurang	Kurang baik	Cukup	Baik	Sangat baik
Pembuatan	Sangat kurang	Kurang baik	Cukup	Baik	Sangat baik

Perakitan	Sangat kurang	Kurang baik	Cukup	Baik	Sangat baik
Perawatan	Sangat kurang	Kurang baik	Cukup	Baik	Sangat baik
Penilaian Ekonomis					
Biaya Pembuatan	Sangat kurang	Kurang baik	Cukup	Baik	Sangat baik
Biaya Perawatan	Sangat kurang	Kurang baik	Cukup	Baik	Sangat baik
Penggunaan Komponen Standar	Sangat kurang	Kurang baik	Cukup	Baik	Sangat baik

II.2 Tinjauan Mesin

Gambar II-5 adalah mesin penepung umbi porang yang telah dihasilkan pada penelitian sebelumnya, menggunakan penumbuk *disc mill*.



Gambar II-5 Mesin *Disc Mill*

Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama yang mencakup:

1. Hopper yaitu tempat penampungan bahan baku atau chip porang yang akan diolah.

2. Ruang penumbuk yaitu tempat di mana proses penumbukan terjadi. Ruang ini dapat dilengkapi dengan mata penumbuk dan dinding hammer untuk menciptakan gaya benturan yang diperlukan.
3. Rangka yaitu sebagai struktur pendukung untuk menopang semua komponen mesin penumbuk. Ini mencakup motor, ruang penumbukan, dan hopper.
4. Motor penggerak yaitu motor yang memberikan daya untuk menjalankan proses penumbukan. Kecepatan motor dapat diatur untuk mengoptimalkan hasil penumbukan.

II.3 Studi Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan terhadap beberapa penelitian terdahulu, diperoleh berbagai informasi mengenai sistem yang telah dibuat. Berikut adalah hasil studi terdahulu pada Tabel II-3.

Tabel II-3 Penelitian terdahulu

Judul Penelitian	Nama Peneliti	Hasil Penelitian/Kesimpulan
1. Mesin Penepung		
Rancang Bangun Alat Mesin <i>Hammer Mill</i> untuk Pengolahan Jagung Pakan	Zulnadi, Indovilandri, dan Irfandi	Mesin penepung ini memiliki spesifikasi sebagai berikut: tinggi 135 cm, lebar 37 cm, dan panjang 128 cm. Mesin ini menggunakan motor bensin dengan tenaga penggerak 4 HP. Bagian hammer atau pemukul terbuat dari besi strip dengan ketebalan 6 mm dan ukuran 13 cm x 4 cm. Mesin ini dilengkapi dengan empat sisi pemukul, di mana setiap sisi memiliki empat hammer, sehingga total terdapat 16 hammer. Setelah dilakukan pengujian, mesin ini mampu menghasilkan tepung dengan kapasitas 100 kg per jam.

Uji Performansi Mesin Penepung Tipe Disc (<i>Disc Mill</i>) untuk Penepungan	Parlaungan Adil Rangkuti, Rokhani Hasbullah, KaltikaSetya Utami Sumariana	Hasil uji performansi mesin penepung tipe <i>disc mill</i> menunjukkan bahwa penggunaan mesin yang optimal adalah pada kecepatan 5.700 rpm dengan saringan ukuran 80 mesh. Pada kondisi ini, mesin mampu menghasilkan kapasitas 20,43 kg/jam, dengan rendemen penepungan sebesar 91,6% dan susut tercecet sebesar 1,77%. Dari aspek kebutuhan daya dan efisiensi, mesin penepung dengan kecepatan putar 5.700 rpm dan saringan ukuran 80 mesh memerlukan daya sebesar 519 watt dengan efisiensi 0,20%.
2. Sistem Penumbukan		
Pengaruh ketebalan chip umbi porang (<i>Amorphophallus oncophyllus</i> Prain) terhadap hasil penepungan menggunakan <i>hammer mill</i> .	Risma Gustina, Warji Warji, Tamrin Tamrin, Sapto Kuncoro.	Rendemen mencapai 99,3% dengan kapasitas penepungan sebesar 2,90 kg/jam untuk screener dengan ukuran mesh 60, 80, dan 100. Waktu optimal pengayakan adalah 9 menit, menghasilkan undersize/produk lolos ayakan rata-rata sebesar 87,84%. Jumlah umpan pada screen mempengaruhi efisiensi, di mana semakin sedikit umpan menghasilkan efisiensi screen yang lebih baik dengan persentase undersize yang lebih besar. Kadar air terendah yang ditemukan adalah 12,8% pada ayakan 60 mesh, sesuai dengan standar SNI No. 76222:2011

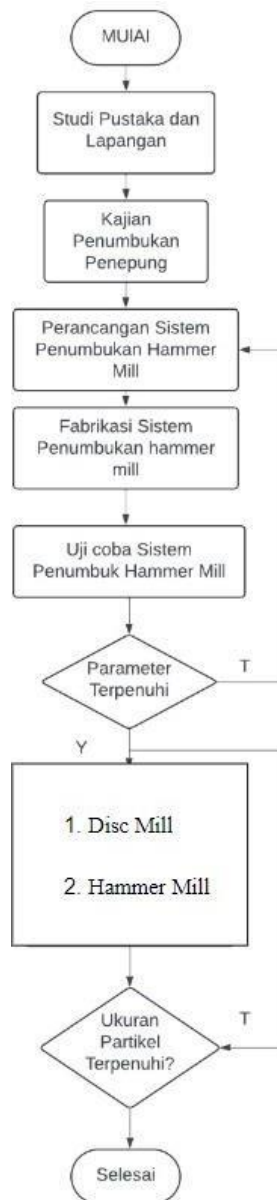
		yang menetapkan kadar air maksimal sebesar 13%."
Uji Performansi <i>Disk Mill</i> dan Vibrating Screen	Marlisa, Diana, H., Yerizam, M., Junaidi, R., & Fadarina. (2020).	Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan pada mata pisau mesin pencacah kompos, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis simulasi pada perangkat lunak menunjukkan nilai von Mises stress sebesar 157 MPa, displacement sebesar 0,161 mm, dan safety factor sebesar 3,057 pada pembebanan mata pisau. Sementara itu, hasil perhitungan teoritis menunjukkan von Mises stress sebesar 168 MPa, displacement sebesar 0,03 mm, dan safety factor sebesar 3,18. Berdasarkan hasil safety factor dari analisis simulasi dan perhitungan teoritis yang masing-masing bernilai 3,057 dan 3,18, desain mata pisau memenuhi standar keamanan desain untuk permodelannya, sehingga desain mata pisau dapat dilanjutkan ke tahap proses manufaktur untuk mesin pencacah pengolahan kompos."
4. Kualitas Tepung		
Optimasi Produksi Tepung Porang dari Chip Porang secara Mekanis dengan Metode Permukaan Respons		Optimasi penurunan kalsium oksalat pada proses penepungan untuk memproduksi tepung porang dari chip porang dengan metode mekanis menunjukkan bahwa berat chip porang, lama, dan kecepatan penumbukan berpengaruh

		terhadap respons kadar kalsium oksalat. Pada kondisi optimum, kadar kalsium oksalat diprediksi sebesar 0,2978%.
--	--	---

BAB III

METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif dengan tahapan penelitian yang ditunjukkan pada Gambar III.1.

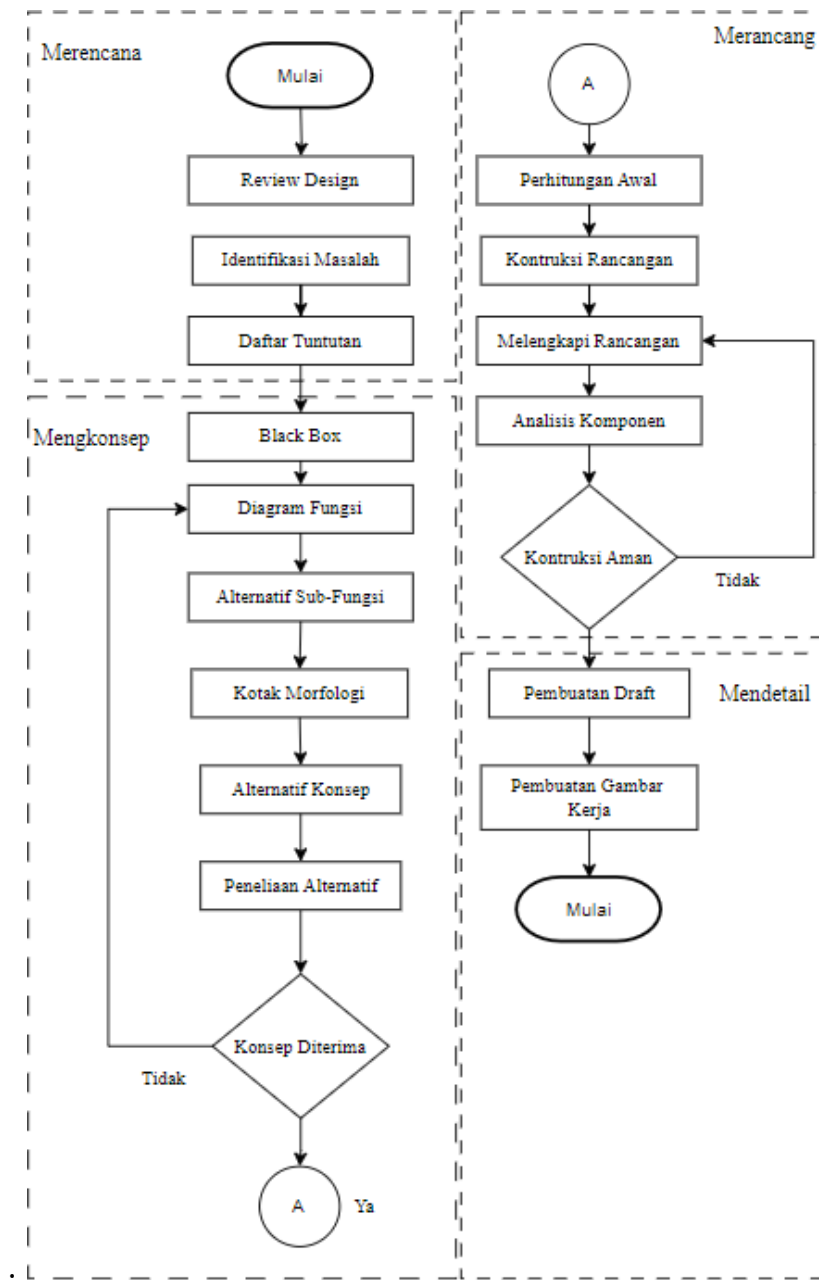


Gambar III-1 Diagram Alir

Penjelasan dari setiap tahapan penelitian adalah sebagai:

III.1 Perancangan Sistem Penumbukan *Hammer Mill*

Pada tahapan Perancangan dilakukan penelitian dengan menggunakan metode Verein deutsche ingenieuer (VDI) 2222 yang di lakukan dalam pengolahan pada Gambar III- 2



Gambar III-2 Diagram Alir VDI 2222

III.1.1 Merencana

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi terhadap mesin penepung atau mesin sebelumnya yang ada di Polman Bandung, kemudian mengidentifikasi masalah hingga menghasilkan daftar tuntutan.

III.1.2 Mengonsep

Pada tahap ini, dilakukan definisi fungsi utama dan juga fungsi dari bagian penumbukan. Hasil akhir dari tahap ini yaitu konsep rancangan penumbukan *hammer mill*.

III.1.3 Merancang

Pada tahapan ini, alternatif variasi konsep *hammer mill* dipilih berdasarkan penilaian teknis dan ekonomis.

III.1.4 Mendetail

Pada tahapan ini dilakukan perancangan konstruksi secara detail.

III.2 Fabrikasi Sistem penumbukan *Hammer Mill*

Fabrikasi sistem penumbukan *hammer mill* dimulai dengan tahap perakitan komponen-komponen mesin penepung. Komponen utama seperti motor penggerak, hammer, dan rangka mesin dirakit untuk memastikan kinerja yang optimal. Setelah perakitan selesai, sistem penumbukan *hammer mill* dipasang pada mesin penepung, siap untuk digunakan dalam proses penggilingan. Hasil akhir dari fabrikasi ini adalah sebuah mesin penepung yang dilengkapi dengan sistem penumbukan *hammer mill* yang efisien dan mampu menghasilkan tepung dengan kualitas yang diinginkan.

III.3 Uji Coba Sistem Penumbukan *Hammer Mill*

Pada tahap uji coba, penumbukan dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik. Harus diperiksa secara menyeluruh untuk memastikan tidak ada kebocoran. Hasil dari uji coba ini menunjukkan bahwa sistem penumbuk *hammer mill* dapat bekerja dengan baik, menghasilkan tepung dengan kualitas yang diinginkan tanpa masalah teknis.

III.4 Pengujian Penumbukan

Untuk menguji efektivitas penggilingan chip porang, dilakukan pengujian dengan 2 jenis penumbuk yaitu :

1. *Disc Mill*
2. *Hammer Mill*

Dari pengujian ini, diharapkan dapat dihasilkan gambaran kinerja sistem penumbukan chip porang dengan menggunakan *disc mill* dan *hammer mill*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pada bab III akan di jelaskan pada bab IV.

IV.1 Perancangan Sistem Penumbukan *Hammer Mill*

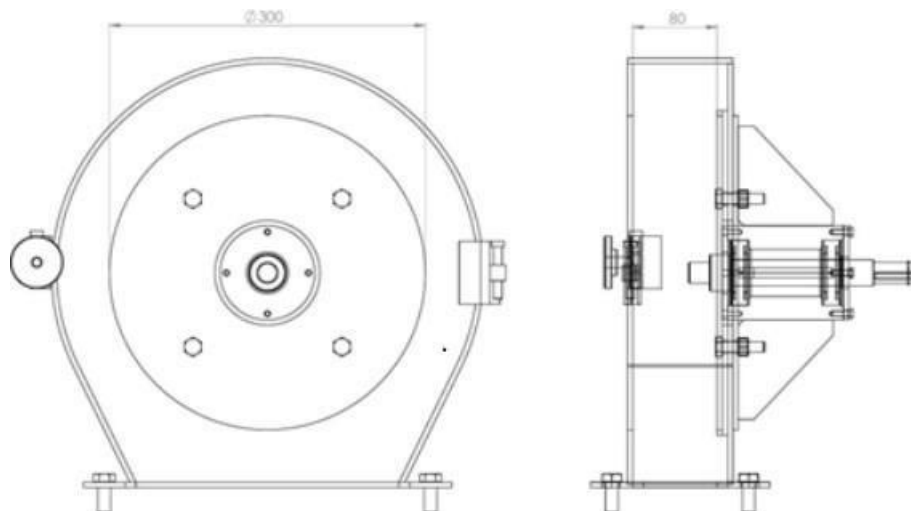
IV.1.1 Merencana

Pada tahap ini dilakukan review design, identifikasi masalah, dan perumusan daftar tuntutan.

IV.1.1.1 *Review Design*

Analisis design pada mesin penepung porang yang sudah ada memiliki tujuan untuk memahami karakteristik dan performa dari mesin tersebut. Sehingga dapat di rancang penumbukan *hammer mill* di dalam rumah penumbukan *disc mill*. Ruang penepung pada *disc mill*, juga dikenal sebagai ruang penumbuk, adalah area di mana proses penggilingan atau penepungan terjadi. Berikut adalah penjelasan tentang ruang penepung pada *disc mill*:

1. Desain Ruang

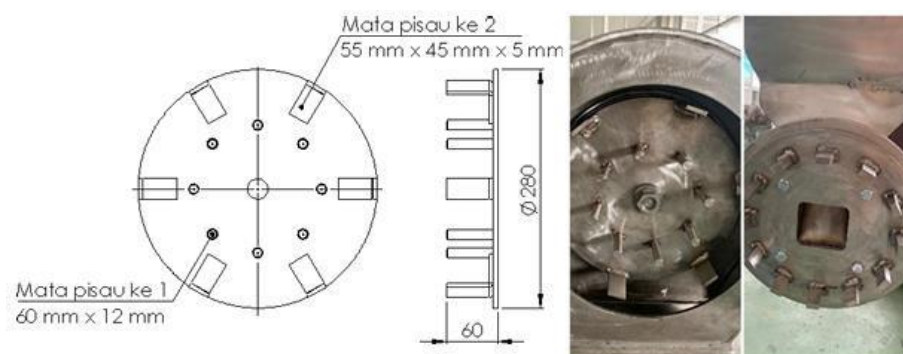


Gambar IV-1 Ruang Penepung

Ruang penepung adalah komponen penting dalam mesin penepung yang berfungsi untuk menggiling atau menepung bahan baku menjadi partikel-partikel halus. Ruang penepung ini terbuat dari material foodgrade, yaitu stainless steel, yang

memiliki keunggulan tahan karat, mudah dibersihkan, dan aman digunakan untuk bahan makanan. Material ini memastikan bahwa proses penepungan tidak mencemari bahan makanan dan meminimalisir risiko kontaminasi. Di dalam ruang penepung terdapat komponen utama yaitu mata pisau disk mill dan saringan. Ruang penepung berbentuk silinder dengan dinding logam yang kokoh. Di dalam ruang penepung, terdapat adanya sepasang disk atau piringan penggilingan yang dipasang secara berhadapan. Pada bagian tengah disk, terdapat lubang atau celah yang memungkinkan bahan yang telah digiling untuk keluar dari ruang penepung. Ruang penepung juga dilengkapi dengan saluran masuk di bagian atas untuk mengumpalkan bahan baku yang akan digiling. Secara keseluruhan, ruang penepung pada disk mill dirancang untuk memberikan efisiensi penggilingan yang optimal dan menghasilkan produk dengan tingkat kehalusan yang diinginkan. Pada Gambar IV-1 tersebut menunjukkan bahwa desain mata pisau tidak boleh melebihi ukuran 300Ø mm dan lebar 80 mm.

2. Disk Penumbuk



Gambar IV-2 Mata Pisau *Disc Mill*

Mata pisau *disc mill* adalah komponen kunci dalam mesin penepung yang berfungsi untuk menggiling dan menghancurkan chip porang menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Proses ini berlangsung secara kontinu hingga bahan baku mencapai ukuran partikel 50 mesh dan dapat melewati saringan yang ada di dalam ruang penepung. Mata pisau *disc mill* berbentuk cakram dengan diameter 280 mm dan ketebalan 5 mm, pada mata pisau *disc mill* memiliki 2 jenis mata pisau yang pertama berbentuk selinder dengan jumlah 8 mata pisau dan yang kedua berbentuk siku dengan jumlah 6 mata pisau.

3. Saringan



Gambar IV-3 Saringan

Di dalam rumah penumbuk pada Gambar IV-3 terlihat bahwa terdapat saringan. Saringan ini berbentuk seperti silinder berlubang yang melingkupi bagian dalam rumah penumbuk. Fungsi utama dari saringan ini adalah untuk memisahkan hasil tumbukan yang sudah halus dari material yang masih perlu ditumbuk lebih lanjut. Material yang sudah halus akan keluar melalui lubang-lubang kecil pada saringan, sementara material yang masih kasar akan tetap berada di dalam dan terus ditumbuk hingga mencapai tingkat kehalusan yang diinginkan.

IV.1.1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan hasil dari analisa terkait existing design mesin *disc mill* yang ada di kampus Polman Bandung, didapatkan beberapa kendala. Sehingga ada aspek yang perlu di ganti atau di buat kembali.

1. Mata pisau *disc mill* yang berputar dengan kecepatan tinggi menyebabkan kerusakan pada saringan karena jarak antara pisau dan saringan terlalu dekat. Hal ini dapat mengakibatkan robekan pada saringan karena matapisau ke-2 *disc mill* mengenai saringan. Contohnya dapat dilihat pada Gambar IV-4



Gambar IV-4 Saringan pada rumah penepung

2. Saat melakukan pengujian penumbukan pada mesin di Polman Bandung, keluarnya debu atau tepung dari ruang penumbukan merupakan masalah yang umum terjadi dan bisa disebabkan oleh kebocoran pada segel atau penutup.

IV.1.1.3 Daftar Tuntutan

Tabel IV-1 Daftar Tuntutan

Tuntutan Primer		
No	Daftar Tuntutan	Spesifikasi/Keterangan
1	Ruang Penumbukan	Diameter = - 300 mm Tebal = - 80 mm
Tuntutan Sekunder		
1	Perakitan	Mudah dalam Perakitan
2	Perawatan	Mudah dalam Perawatan
3	Spare Part	Stainless steal

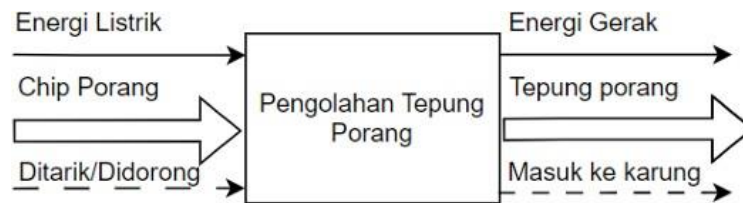
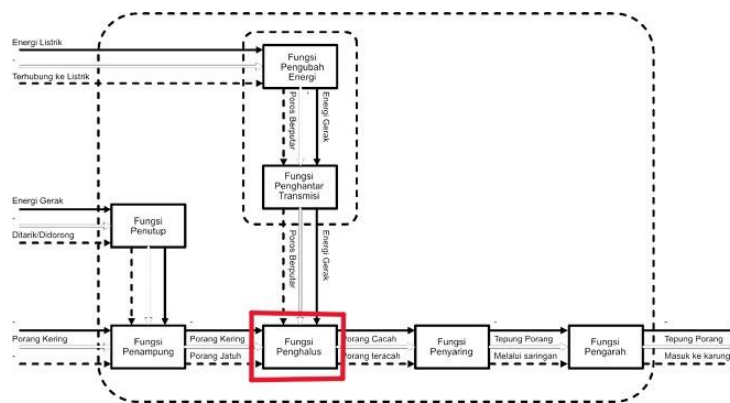
IV.1.2 Mengkonsep

Pada tahap ini dilakukan pembuatan diagram *blackbox*, *glass box*, diagram fungsi, alternatif konsep, kotak morfologi, dan Penilaian alternatif konsep.

IV.1.2.1 Diagram *Blackbox* dan *Glassbox*

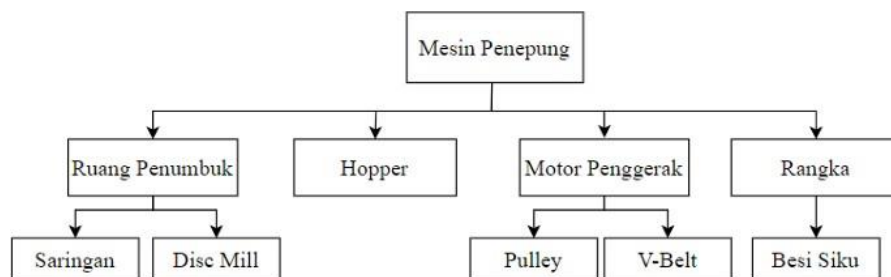
langkah awal yang dilakukan adalah membuat *black box* dan *glass box*. Setelah menganalisis cara kerja mesin penepung maka didapatkan *black box* dan *glass box* seperti pada Gambar IV-5. Tujuan dari *black box* dan *glass box* adalah

memberikan gambaran mengenai fungsi yang bekerja pada penumbukan agar dapat menghasilkan hasil yang sesuai. Pada penelitian tugas akhir ini hanya berfokus pada penumbukan (Fungsi Penghalusan). Bagian yang di dalam bingkai warna merah adalah bagian yang dilakukan pengembangan seperti pada Gambardi bawah ini.

Gambar IV-5 *Blackbox*Gambar IV-6 *Glassbox*

IV.1.2.2 Diagram Fungsi

Setelah mendefinisikan *black box*, maka diuraikan fungsi yang ada pada mesin sebagai berikut:



Gambar IV-7 Diagram Fungsi

Fungsi bagian pada mesin penepung di antaranya: fungsi rangka, fungsi cover, fungsi penyaring, fungsi penampung, fungsi penghalus, fungsi penggerak, fungsi

pengarah, fungsi penutup. Pada penelitian tugas akhir ini hanya berfokus pada pengembangan pada bagian fungsi penghalus. Bagian yang di dalam bingkai warna merah adalah bagian yang di lakukan pengembangan seperti pada Gambar IV-8. Pengarah, fungsi penutup. Pada penelitian tugas akhir ini hanya berfokus pada pengembangan pada bagian fungsi penghalus. Bagian yang di dalam bingkai warna hitam adalah bagian yang di lakukan pengembangan seperti pada Gambar IV-8.



Gambar IV-8 Fungsi Penghalus

a. Fungsi Penghalus

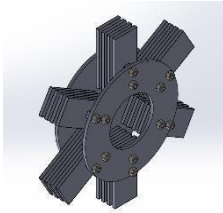
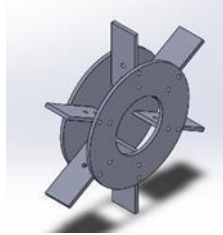
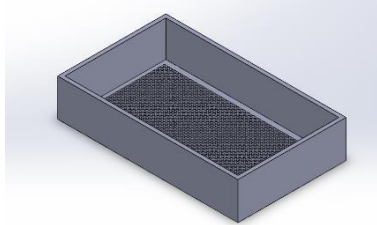
Bagian penghalus pada mesin penepung porang memiliki fungsi penting dalam proses pengolahan porang menjadi tepung. Bagian penghalus bertugas untuk mengurangi ukuran partikel porang yang sudah ditumbuk menjadi lebih halus hingga mencapai tekstur tepung yang diinginkan yaitu 50 mesh. Dengan memastikan partikel yang dihasilkan sangat halus dan seragam, bagian penghalus meningkatkan kualitas tepung porang. Tepung yang halus dan seragam lebih mudah digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti dalam industri makanan dan kosmetik.

b. Fungsi Penyaring

Bagian penyaring pada mesin penepung porang memiliki fungsi untuk menyaring partikel partikel kecil yang telah di tumbuk (dihaluskan).

IV.1.2.3 Alternatif Konsep

Tabel IV-2 Alternatif Konsep

Fungsi Bagian	Penghalus (A)	
Spek Fungsi	Mengaluskan Chip Porang	
Visual	Alternatif 1	Alternatif 2
		
Keterangan		
Kelebihan	Perawatan dan Penggantian Mudah	Harga material lebih murah
	Mudah dalam Perakitan	
Kekurangan	Perawatan harus dilakukan setiap mesin bekerja	Sulit dalam perakitan
	Harga material lebih murah	Mata Pisau tidak bisa di ganti
Fungsi Bagian	Penyaring (B)	
Spek Fungsi	Menyaring Partikel Kecil	
Visual	Alternatif 1	Alternatif 2
		
Keterangan		

Kelebihan	Output yang dihasilkan banyak	Tidak memerlukan banyak biaya
	Tidak mudah rusak	Mudah dalam Perakitan
		Tidak banyak proses permesinan
Kekurangan	Lebih banyak proses permesinan	Mesh lebih cepat rusak akibat gesekan chip porang yang menumpuk
	Tidak bisa di masukan ke dalam rumah penepung	Output yang dihasilkan sedikit

IV.1.2.4 Kotak Morfologi

Setelah membuat alternatif fungsi bagian, maka diperlukan kotak morfologi agar menghasilkan alternatif fungsi kombinasi yang kemudian akan dinilai. Berikut merupakan kotak morfologi yang dihasilkan:

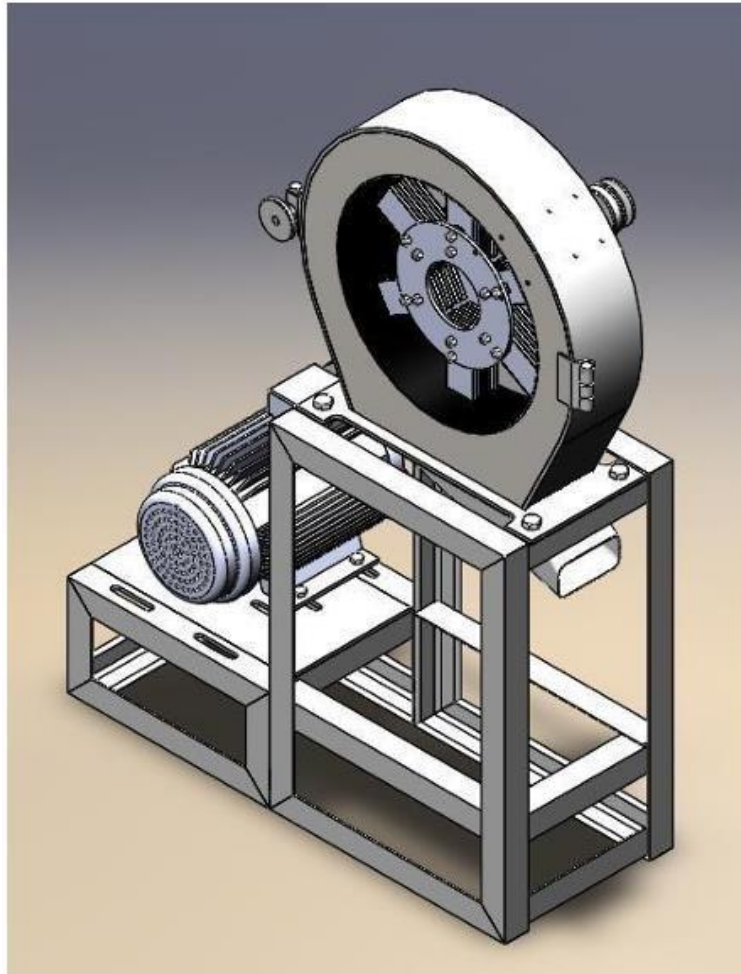
Tabel IV-3 Kotak Morfologi

Fungsi Bagian		Alternatif Fungsi Bagian	
		Alternatif 1	Alternatif 2
A	Fungsi Penghalus	A1 	A2 
B	Fungsi Penyaring	B1 	B2 
Alternatif Fungsi Kombinasi		AFK 1 	AFK 2 

IV.1.2.5 Alternatif Konsep

Setelah membuat kotak morfologi yang menghasilkan 2 alternatif fungsi kombinasi yang dapat dipilih dan dipertimbangkan, masing-masing alternatif fungsi kombinasi tersebut dibuat dalam bentuk sket menjadi alternatif variasi konsep. Alternatif fungsi kombinasi ini memiliki berbagai variasi komponen yang akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

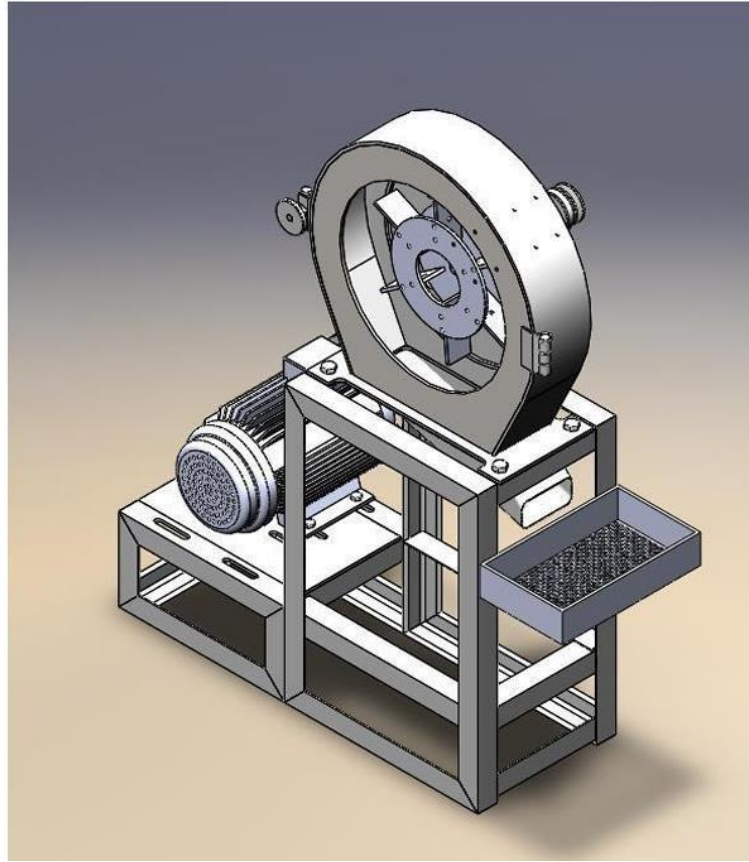
1. Alternatif Fungsi Kombinasi (AFK) 1



Gambar IV-9 AFK 1

Alternatif konsep 1 menggunakan mata pisau seperti yang ditampilkan pada Gambar IV-9 memiliki beberapa karakteristik yang menonjol dan menggunakan saringan berbentuk selinder, saringan dipasang di dalam rumah penumbukan. Mata pisau AFK 1 memiliki 24 mata pisau, untuk pengikatnya menggunakan Baut M10.

2. Alternatif Fungsi Kombinasi (AFK) 2



Gambar IV-10 AFK 2

Alternatif konsep 2 menggunakan mata pisau seperti yang ditampilkan pada Gambar IV-10 memiliki beberapa karakteristik yang menonjol. Mata pisau AFK 2 memiliki 6 mata pisau, untuk pengikatnya menggunakan las sedangkan untuk saringanya berbentuk kotak dan di ikat di rangka mesin letak saringan AFK 2 itu di bawah pengarah.

IV.1.2.6 Penilaian Alternatif Konsep

Sebagai pertimbangan dalam pemberian nilai pada setiap aspek masing-masing alternatif fungsi kombinasi, maka digunakan rubrik penilaian konsep yang terlampir pada lampiran. Dari dua alternatif fungsi kombinasi yang telah dihasilkan, diadakan penilaian untuk menentukan konsep rancangan yang paling optimal. Penilaian ini berdasarkan metode penilaian VDI 2225. Berikut hasil penilaian alternatif fungsi kombinasi yang dihasilkan:

Tabel IV-4 Penilaian

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)	AFK1		AFK2		Nilai Ideal	
1	Pencapaian Fungsi	25	4	100	4	100	5	125
2	Konstruksi	30	4	60	4	60	5	75
3	Pengoperasian	15	3	60	3	60	5	100
4	Pembuatan	20	3	45	3	75	5	75
5	Perakitan	7	4	100	2	20	5	50
6	Perawatan	3	3	45	1	10	5	75
Nilai Total		100	410		325		500	
Persentase			82%		65%		100%	

IV.1.3 Merancang

Pada tahap ini dilakukan Perhitungan

IV.1.3.1 Perhitungan

1. Gaya Penumbukan

$$F = 70 \text{ N} \quad (\text{Lampiran 6})$$

2. Menghitung Torsi yang diperlukan untuk menumbuk

Dik : Berat *hammer Mill* = 24 kg

diameter = 265 mm = 0.265m

Kecepatan motor = 2800 Rpm

- a. Konversi kecepatan dari rpm ke Rad/s

$$N = 2800 \text{ rpm}$$

$$\omega = \frac{2\pi N}{60} = \frac{2\pi \times 2800}{60} = 293,04 \text{ rad s}$$

b. Hitung momen inersia pada *Hammer Mill*

$$I = \frac{1}{3}mL^2$$

$$m = 24 \text{ kg}$$

$$L = 0.256 \text{ m}$$

$$I = \frac{1}{3} \times 24 \text{ kg} \times (0.256 \text{ m})^2$$

$$I = \frac{1}{3} \times 24 \text{ kg} \times 0.065536 \text{ m}^2$$

$$I \approx 0.49872 \text{ kg.m}^2$$

c. Hitung Torsi

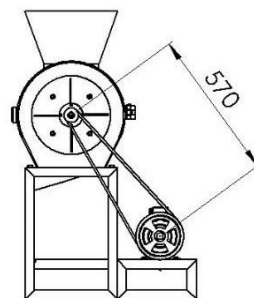
I = Momen inersia

α = Kecepatan

$$\tau = I\alpha$$

$$\tau = 0.49872 \text{ kg.m}^2 \times 293.04 \text{ rad/s}^2$$

$$\tau \approx 145.8 \text{ Nm}$$



Gambar IV-11 Jarak dari pusat rotasi ke mata pisau

3. Kebutuhan Putaran

$$n = 2800$$

4. Daya Minimum

$$P = \frac{T \cdot n}{63000} = 1.3795 \text{ kW}$$

5. Penentuan Motor

$$Rpm = 2800$$

$$HP = 1.3795 \text{ kW} / 1.8 \text{ Hp}$$

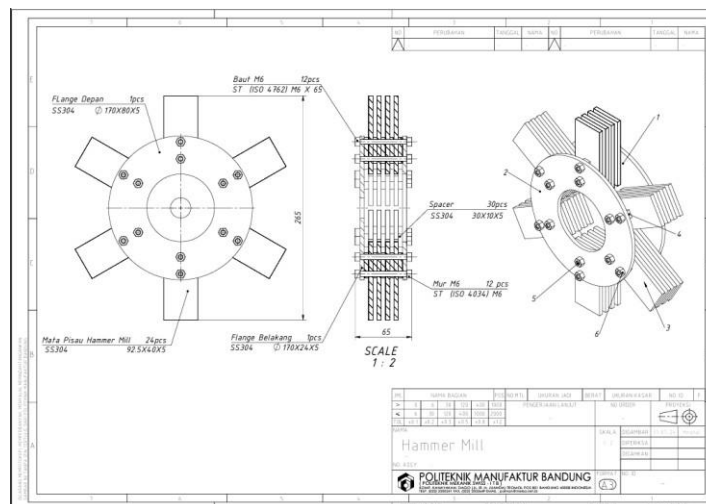
$$Phase = 3 \text{ Phase}$$

IV.1.4 Mendetail

Pada tahap ini dilakukan pembuatan draft rancangan dan gambar kerja.

IV.1.4.1 Draft Rancangan

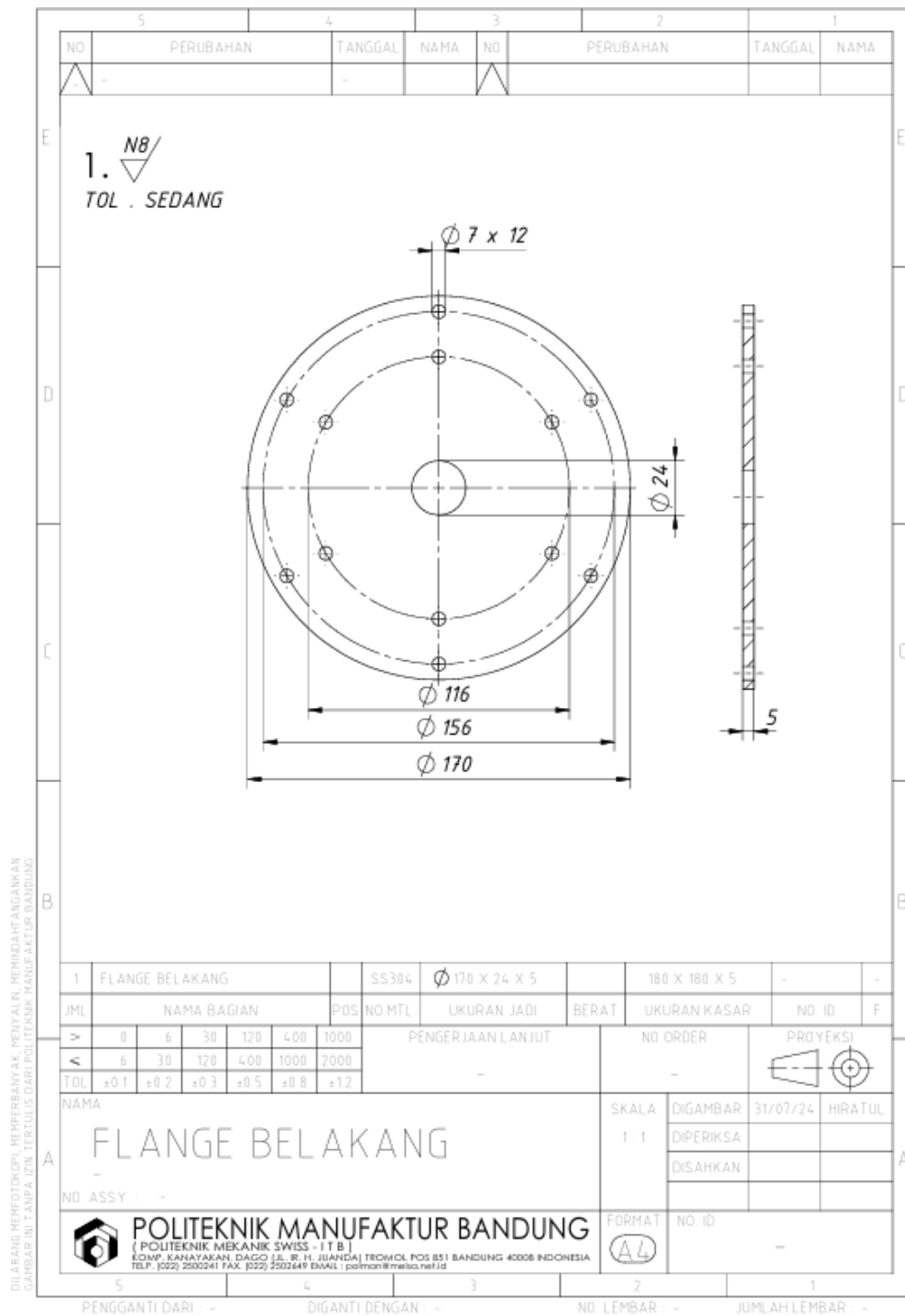
Hasil rancangan 3D yang dibuat menggunakan software CAD dituangkan dalam bentuk draft rancangan. Draft rancangan merupakan gambar konstruksi secara keseluruhan yang memuat informasi mengenai komponen yang digunakan dan peletakan dari setiap komponennya. Contoh gambar kerja dapat dilihat pada Gambar IV-12. dibawah ini. Draft rancangan mesin secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 2



Gambar IV-12 Draft rancangan

IV.1.5 Gambar Kerja

Hasil rancangan 3D yang telah dibuat kemudian dibuat gambar kerja yang memuat informasi geometri, dimensi, material, toleransi, dan hal lain agar dapat dibaca dan dibuat. Contoh gambar kerja dapat dilihat pada Gambar IV-13 dibawah ini. Gambar kerja lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 3 (Draft dan Gambar Kerja).

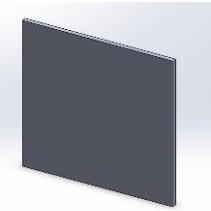
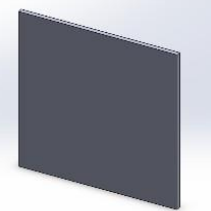
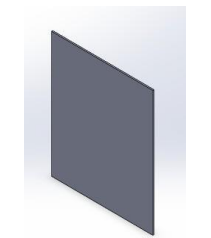
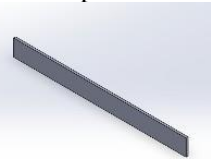


Gambar IV-13 Gambar Kerja

IV.2 Pembuatan sistem penumbukan *Hammer Mill*

IV.2.1 Proses Manufaktur

Tabel IV-5 Proses Manufaktur

No	Visual	Jenis Material	Qty	Ukuran jadi	Jenis Mesin
1	Flange belakang 	Staines steel	1	Ø170 x 5	Milling
2	Flange depan 	Stainles steel	1	Ø170 x 5	Milling
3	Mata pisau <i>Hammer mill</i> 	Stainles steel	24	92.5 x 40x 5	Gerinda
4	Spacer 	Stainles steel	30	30 x 10 x 5	Gerinda

IV.2.2 Perakitan Mata Pisau *Hammer Mill*

Pada tahap ini komponen-komponen mata pisau *Hammer mill* dirakit sesuai dengan gambar kerja yang sudah di buat.

1. Tahap pertama, menyiapkan komponen *hammer mill* yang sudah di proses.
2. Tahap kedua, memasang baut pada flange belakang
3. Tahap ketiga, memasukan spacer ke dalam baut dan juga mata pisau *hammer mill* di atas spacer sampai semuanya terpasang.
4. Selanjutnya tahapan keempat, yaitu memasukan Flange depan kedalam baut.
5. Kemudian tahap kelima, memasang baut pengikat.



Gambar IV-14 Pemasangan *Hammer Mill*

IV.2.3 Perawatan Mesin

Proses perawatan merupakan suatu tindakan yang dilakukan oleh manusia untuk menjaga benda tersebut dari kerusakan atau memperpanjang usia pakainya dengan cara sebagai berikut :

1. Pembersihan rutin:

Setelah setiap penggunaan, bersihkan mesin dengan teliti. Singkirkan semua sisa-sisa porang dari bagian penggilingan untuk mencegah penumpukan dan menjaga kinerja mesin. Lap seluruh permukaan mesin menggunakan kain bersih dan kering untuk memastikan mesin tetap dalam kondisi optimal.

2. Pemeriksaan berkala:

Periksa mata pisau atau bagian penggiling secara teratur untuk memastikan tidak ada kerusakan atau keausan berlebihan. Jika ditemukan komponen yang sudah aus, segera ganti dengan yang baru untuk menjaga kinerja mesin tetap optimal.

3. Pelumasan:

Lumasi bagian-bagian yang bergerak sesuai petunjuk pabrik untuk menjaga performa mesin. Gunakan pelumas food-grade untuk memastikan keamanan pangan selama proses penggilingan.

4. Kalibrasi:

Periksa dan sesuaikan pengaturan kehalusan tepung secara berkala untuk memastikan hasil yang konsisten. Pastikan ukuran partikel tepung tetap sesuai dengan standar yang diinginkan.

5. Penyimpanan yang tepat:

Simpan mesin di tempat yang kering dan bersih saat tidak digunakan. Lindungi mesin dari debu dan kelembapan berlebih untuk menjaga kondisinya tetap baik.

6. Penanganan bahan baku:

Pastikan porang yang digunakan dalam kondisi bersih dan kering untuk menghindari masalah dalam proses penggilingan. Hindari memasukkan benda asing ke dalam mesin untuk mencegah kerusakan dan kecelakaan.

IV.3 Uji coba Mata Pisau *Hammer Mill* Keruang Penumbukan *Disc Mill*



Gambar IV-15 Pemasangan *Hammer Mill*

Uji coba fabrikasi melibatkan pengecekan apakah seluruh komponen terpasang dengan benar dan berfungsi sesuai dengan desain.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemasangan *hammer mill* di rumah penumbukan *disc mill* berhasil, dengan proses penggilingan berjalan lancar dan hasil yang diinginkan tercapai.

IV.4 Pengujian Penumbukan

IV.4.1 *Hammer Mill*

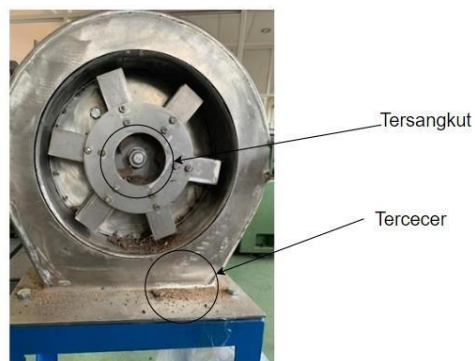
Deskripsi Uji Coba:



Gambar IV-16 Chip Porang *Hammer Mill*

Bahan yang digunakan chip porang dengan ketebalan 3mm dan rata rata besarnya 4,5 mm x 5 mm, berat bahan 250 gram dengan durasi penggilingan 30 detik.

Hasil Uji Coba:



Gambar IV-17 Hasil uji coba *Hammer Mill*

- Bahan yang lolos saringan: 57 gram
- Bahan yang tersangkut: 103 gram
- Bahan yang tercecer keluar: 80 gram
- Bahan yang hilang: 10 gram

Kesimpulan:

Dari total 250 gram porang yang digiling, hanya 22,8% yang berhasil lolos dari saringan dalam waktu 30 detik. Sebanyak 41,2% bahan tersangkut di dalam mesin, sementara 32% bahan tercecer keluar. Selain itu, 4% bahan hilang, yang kemungkinan disebabkan oleh berbagai faktor seperti residu yang menempel di mesin atau kehilangan yang tidak terdeteksi.

IV.4.2 *Disc Mill*

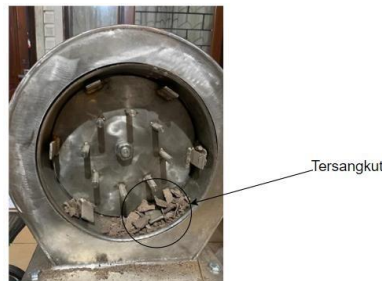
Deskripsi Uji Coba:



Gambar IV-18 Chip Porang *Disc Mill*

Bahan yang digunakan chip porang dengan ketebalan 3mm dan rata rata besarnya 4,5 mm x 5 mm, berat bahan 250 gram dengan durasi penggilingan 30 detik.

Hasil Uji Coba:



Gambar IV-19 Hasil Uji Coba *Disc Mill*

Kesimpulan

Dari total 250 gram porang yang digiling, hanya 37 gram (14,8%) yang berhasil lolos dari saringan dalam waktu 30 detik. Sebanyak 213 gram (85,2%) bahan tersangkut di dalam mesin, menyebabkan mata pisau *disc mill* macet dan tidak bisa berputar. Masalah utama yang dihadapi adalah porang yang tersangkut, yang menunjukkan bahwa *disc mill* tidak efektif untuk mengolah porang dalam kondisi uji coba ini.

IV.4.3 Perbandingan

Hasil perbandingan antara *disc mill* dan *hammer mill* dapat di lihat pada Tabel IV-6 dibawah ini.

Tabel IV-6 Perbandingan *Hammer mill* dan *Disc mill*

Sistem Penepung	Tepung Porang Tertampung	Tepung Porang Tercecer	Sisa Chip porang	Material hilang
<i>Hammer Mill</i>	57g	80g	103g	10g
	22.8%	32%	41.2%	4%
<i>Disc Mill</i>	37g	-	213g	-
	14.8%	-	85.2%	-

Berdasarkan hasil pada tabel tersebut, dapat dilihat bahwa penggunaan motor yang tersedia di Polman Bandung dengan spesifikasi (lampiran 4) tidak cukup efisien untuk proses penepungan. Oleh karena itu, penulis melakukan perhitungan ulang untuk menentukan spesifikasi motor yang direkomendasikan, sebagaimana dijelaskan dalam Bab IV.1.3.1

BAB V

PENUTUP

IV.5 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, *hammer mill* menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan *disc mill* dalam penepungan umbi porang, meskipun keduanya masih memiliki efisiensi yang rendah. *Hammer mill* mencapai efisiensi 22,8% dengan masalah utama berupa bahan yang tersangkut (41,2%) dan tercecce (32%). Sementara itu, *disc mill* hanya mencapai efisiensi 14,8% dengan masalah berupa bahan yang tersangkut (85,2%) yang menyebabkan kemacetan pada mata pisau. Meskipun *hammer mill* lebih unggul, kedua sistem masih memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi dan mengatasi masalah penyumbatan.

IV.6 Saran

1. *Hammer Mill* :

Desain dan Operasi:

Lakukan pemeriksaan dan modifikasi desain untuk mengurangi jumlah bahan yang tersangkut di dalam mesin, atau mengurangi jumlah *circle* mata pisau.

Pengelolaan Bahan:

Lakukan pengujian tambahan dengan variasi waktu penggilingan untuk menemukan durasi yang optimal.

2. *Disc Mill* :

Desain dan Operasi:

Periksa desain mata pisau dan celah di antara pisau untuk mengurangi kemungkinan bahan tersangkut.

Lakukan pemeliharaan rutin untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik dan tidak menyebabkan kemacetan.

Pengelolaan Bahan:

Pertimbangkan untuk memotong bahan lebih kecil sebelum digiling untuk mengurangi risiko tersangkut.

Lakukan pengujian tambahan dengan variasi parameter operasi (kecepatan putar, durasi penggilingan) untuk menemukan konfigurasi yang lebih efektif.

Dengan melakukan perbaikan yang disarankan, diharapkan efisiensi penggilingan dapat ditingkatkan dan masalah yang ada dapat diminimalkan. *Hammer mill* saat ini menjadi pilihan yang lebih baik, tetapi optimisasi lebih lanjut diperlukan untuk mencapai performa yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arief Aditriandi M, “Kondisi Porang Dan Produk Olahan Porang Di Idonesia,” Kementrian Perindustrian Republik Indonesia. Diakses: 16 Mei 2024. [Daring]. Tersedia pada: [https://agro.kemenperin.go.id/artikel/6519- kondisi-porang-dan-produk- olahan-porang-diindonesia](https://agro.kemenperin.go.id/artikel/6519-kondisi-porang-dan-produk-olahan-porang-diindonesia).
- [2] Deonisa Arlinta, “Tepung Porang, Kaya Manfaat dan Baik untuk Tubuh,” Inovasi Iptek. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.kompas.id/baca/humaniora/2023/10/01/tepung-porang-kaya-manfaat-dan-baik-untuk-tubuh>
- [3] P. A. Rangkuti, R. Hasbullah, dan K. S. U. Sumariana, “*Disc mill* performance test for Jumawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauvois),” *Agritech*, vol. 32, no. 1, hal. 66–72, 2012.
- [4] I. Zulnadi, Indovilandri, “Rancang Bangun Alat Mesin *Hammer Mill* Untuk Pengolahan Jagung Pakan Zulnadi, Indovilandri, dan Irfandi,” *J. Teknol. Pertan. Andalas*, vol. 20, no. 1, hal. 35–43, 2016
- [5] G. Machne, “Kapasitas kerja dan kehalusan tepung beras dan ketan dengan menggunakan batu giling pada,” 2010.
- [6] A. Raswindo, F. Ahmad, dan Syarifudin, “Uji Kapasitas Mesin Penepung Disk Mill Tipe Ffc 15 Menggunakan Pully 7 Inchi,” *J. Poltek Tegal*, vol. 7, no. 1, hal. 1–9, 2021.
- [7] Arifina, M. Z., & Murjitoa, D. Perancangan Mesin Penumbuk Porang Menggunakan Rotary.

LAMPIRAN 1

(Biodata Diri)

LAMPIRAN 2

(Draft Kontruksi Mesin Penepung)

LAMPIRAN 3

(Draft Kontruksi *Hammer Mill*)

LAMPIRAN 4

(Gambar Kerja Komponen *Hammer Mill*)

Spec Motor yang ada di Polman Bandung 4.1

No	Barang	Marketplace
1.	 Dinamo Elektro Motor 1.5 HP 1 Phase / Electro 1,5 PK 2 Pole 2800RPM 	Tokopedia

Spec Motor yang di rekomendasi 4.2

Dinamo Electric Motor 2 HP 1500 W 3000 RPM ...  GLÓDOK TEKNIK DIESEL MOTOLOGY GULUNGAN FULL TEMBAGA	Detail Produk Ulasan Diskusi Rekomendasi Kondisi: Baru Min. Pemesanan: 1 Buah Etalase: Semua Etalase Dinamo Motor 2 HP 1.5 KW 3000 RPM 3 PHASE 2 POLE Gulungan Tembaga ORI LISENSI JERMAN GULUNGAN FULL TEMBAGA Tegangan : 380 V Motor : 2 HP / 1500 watt Rpm : 2800-3000 rpm Tipe : 2 pole Berat bersih : 21 kg Tersedia dalam tipe : - 2 Pole (2800-3000 rpm) - 4 Pole (1400-1500 rpm) - 6 Pole (900-1000 rpm) - 8 Pole (680-750 rpm) Power Input : 1/4 Hp - 4 Hp = 1 pcs 5.5 Hp - 430 Hp = 2 pcs
--	--

LAMPIRAN 5

(Spec Motor)

Rubrik Penilaian

No.	Aspek Penilaian	Skor 1 (Sangat Kurang)	Skor 2 (Kurang)	Skor 3 (Cukup)	Skor 4 (Baik)	Skor 5 (Sangat Baik)
1	Ketercapaian Fungsi	Tidak memenuhi fungsi utama	Memenuhi sebagian kecil fungsi utama	Memenuhi sebagian fungsi utama	Memenuhi sebagian besar fungsi utama	Memenuhi semua fungsi utama dengan baik
2	Konstruksi	Sangat tidak kokoh dan tidak tahan lama	Kurang kokoh dan kurang tahan lama	Cukup kokoh dan tahan lama	Kokoh dan tahan lama	Sangat kokoh dan sangat tahan lama
3	Pengoperasian	Sangat sulit dioperasikan	Sulit dioperasikan	Cukup mudah dioperasikan	Mudah dioperasikan	Sangat mudah dioperasikan
4	Pembuatan	Sangat sulit dibuat dengan biaya tinggi	Sulit dibuat dengan biaya cukup tinggi	Cukup mudah dibuat dengan biaya sedang	Mudah dibuat dengan biaya cukup rendah	Sangat mudah dibuat dengan biaya rendah
5	Perakitan	Sangat sulit dirakit	Sulit dirakit	Cukup mudah dirakit	Mudah dirakit	Sangat mudah dirakit
6	Perawatan	Sangat sulit dan memerlukan biaya tinggi	Sulit dan memerlukan biaya cukup tinggi	Cukup mudah dan memerlukan biaya sedang	Mudah dan memerlukan biaya cukup rendah	Sangat mudah dan memerlukan biaya rendah

LAMPIRAN 6
(Rubik Penilaian)