

RANCANG BANGUN ALAT PEMECAH TEMPURUNG KELAPA

PROYEK AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Penyelesaian
Proyek Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh:

Adril Meikal

20072004/2020

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

ABSTRAK

Tempurung kelapa adalah bagian yang membatasi buah kelapa dari serabut kelapa, sedangkan arang tempurung kelapa adalah arang yang berbahan dasar tempurung kelapa. Tempurung kelapa yang akan dijadikan arang harus dari kelapa yang sudah tua. Alat pemecah tempurung kelapa adalah yang digunakan untuk memecah tempurung kelapa sebelum dijadikan arang. Prinsip kerja alat pemecah tempurung kelapa adalah motor listrik sebagai penggerak utama yang menggerakkan puli pada motor, lalu dengan menggunakan v-belt menggerakkan puli pada poros pertama, sedangkan antara poros pertama dan poros kedua digerakan menggunakan dua buah roda gigi sehingga putarannya berlawanan arah. Pada poros terdapat mata pisau yang akan memecahkan tempurung kelapa.

HALAMAN PERSETUJUAN PROYEK AKHIR
PERANCANGAN MESIN PENCETAK ARANG KELAPA

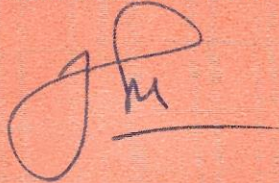
Oleh :

Nama : Adril Meikal
NIM/BP : 20072004/2020
Konsentrasi : Pemesinan
Departemen : Teknik Mesin
Program Studi : D-III
Fakultas : Teknik

Padang, 09 November 2023

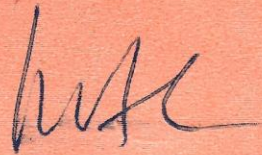
Disetujui oleh :

Ketua Program Studi DIII
Teknik Mesin FT UNP



Dr. Junil Adri, S.Pd., M.Pd.T.
NIP 198706302022031002

Pembimbing Proyek Akhir



Dr. Waskito, M.T.
NIP 196108081986021001

Ketua Departemen
Teknik Mesin FT UNP



Dr. Eko Indrawan, S.T., M.Pd.
NIP 198001142010121001

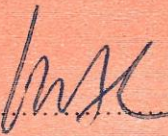
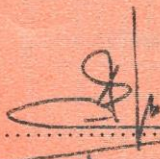
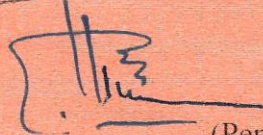
HALAMAN PENGESAHAN PROYEK AKHIR
RANCANG BANGUN ALAT PEMECAH TEMPURUNG KELAPA

Oleh :

Nama : Adril Meikal
NIM/BP : 20072004/2020
Konsentrasi : Pemesinan
Departemen : Teknik Mesin
Program Studi : D-III
Fakultas : Teknik

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan dewan penguji proyek akhir Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang pada tanggal, 09 November 2023.

Dewan Penguji :

Nama	Tanda tangan
1. Dr. Waskito, M.T.	1.  (Ketua Penguji)
2. Drs. Jasman, M.Kes.	2.  (Penguji)
3. Drs. Nelvi Erizon, M.Pd.	3.  (Penguji)

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adril Meikal
NIM/BP : 20072004/2020
Konsentrasi : Pemesinan
Departemen : Teknik Mesin
Program Studi : D3 Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Rancang Bangun Alat Pemecah
Tempurung Kelapa

Dengan ini saya menyatakan bahwa proyek akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 09 November 2023

Yang menyatakan



Adril Meikal
NIM : 20072004

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmatdankarunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Pemecah Tempurung Kelapa”**. Proyek Akhir ini di buat dengan tujuan untuk memenuhi salah satu kurikulum dalam menyelesaikan Proqram Studi Diploma Tiga (D-III) di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Dalam proses penyelesaian Proyek Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan pemikiran, pengarahan, dorongan moril dan materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, antara lain sebagai berikut :

1. Ibu, ayah tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungan moril maupun materi kepada penulis.
2. Bapak Dr. Eko Indrawan, S.T., M.Pd. selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Junil adri, S.Pd., M.Pd.T. selaku Ketua Prodi DIII Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
4. Bapak Dr. Waskito, M.T. Dosen Pembimbing Proyek Akhir Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Drs. Jasman, M.Kes. selaku Dosen Penguji I Proyek Akhir Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Drs. Nelvi Erizon, M.Pd. selaku Dosen Penguji II Proyek Akhir Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

7. Seluruh Dosen dan Teknisi yang telah banyak berjasa kepada penulis.
8. Semua sahabat, teman dan rekan Teknik Mesin yang telah banyak membantu, memberi dukungan dan yang telah memotivasi penulis selama pembuatan proyek akhir.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terimakasih dan mohon maaf apabila ada kesalahan dalam penulisan Proyek Akhir ini. Karena itu penulis mengharapkan masukan, saran dan kritikan yang bersifat membangun guna lebih menyempurnakan ini nantinya dan semoga dengan adanya Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya penulis.

Padang, 09 November 2023

Adril Meikal

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN PROYEK AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN PROYEK AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Proyek Akhir.....	4
F. Manfaat Proyek Akhir.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. Pengertian Perancangan	6
B. Penggunaan komputer dalam perancangan (CAD).....	7
C. Tempurung Kelapa.....	9
D. Arang Tempurung Kelapa	12
E. Mesin Pengelola Tempurung Kelapa menjadi Arang.	14
F. Komponen-komponen Mesin Pemecah Tempurung Kelapa.....	15
G. Prinsip Kerja Alat Pemecah Tempurung Kelapa	30
BAB III METODE PROYEK AKHIR	31
A. Jenis Proyek Akhir	31
B. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Proyek Akhir	31
C. Tahapan Pembuatan Proyek Akhir	31
D. Pemilihan Bahan	32
E. Diagram Alir Rancang Bangun Alat Pemecah Tempurung Kelapa	34
F. Alat yang digunakan Untuk Proyek Akhir	35
G. Perancangan Mesin Pemecah Tempurung Kelapa.....	37

H. Langkah – Langkah Pembuatan	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
A. Hasil Proyek Akhir.....	43
B. Analisis Perancangan Komponen	43
C. Analisis Perancangan Transisi.....	47
D. Hasil Pengujian	49
E. Keuntungan dan Kekurangan	51
BAB V PENUTUP.....	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain alat pemecah dan pembakar tempurung kelapa.....	21
Gambar 2.2 Rangka pemecah tempurung.....	24
Gambar 2.3 Mata pisau.....	24
Gambar 2.4 Pulley	26
Gambar 2.5 Bagian-bagian roda gigi.....	27
Gambar 2.6 Roda gigi lurus.....	28
Gambar 2.7 V-belt	30
Gambar 2.8 Bearing.....	31
Gambar 2.9 House bearing	32
Gambar 2.10 Motor listrik	34
Gambar 2.11 Poros	34
Gambar 2.12 Bodi.....	37
Gambar 3.1 Diagram alur mesin pemecah tempurung kelapa.....	42
Gambar 3.2 Mesin pemecah tempurung kelapa	45
Gambar 3.3 Proses pengukuran	47
Gambar 3.4 Proses pemotongan bahan.....	48
Gambar 3.5 Proses pembubutan	49
Gambar 4.1 Dimensi rangka pemecah	51
Gambar 4.2 Dimensi bodi pemecah.....	52

Gambar 4.3 Dimensi mata pisau.....	53
Gambar 4.4 Dimensi house bearing.....	54
Gambar 4.5 Dimensi corong masuk	54
Gambar 4.6 Dimensi corong keluar.....	55
Gambar 4.7 Ukuran tempurung setelah dipecah.....	59
Gambar 4.8 Hasil setelah dipecah	59

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Rumus perhitungan roda gigi lurus	21
Tabel 2 Diameter poros yang direkomendasikan	29
Tabel 3 Nama-nama komponen.....	38
Tabel 4 Hasil pengujian.....	50

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman kelapa merupakan tanaman asli daerah tropis dan dapat ditemukan diseluruh wilayah indonesia, mulai dari daerah pesisir pantai hingga daerah pegunungan (Negosiono, 2003), Indonesia termasuk negara penghasil kelapa terbesar yang merata tumbuh di Jawa, Sumatera, Kalimantan dan Irian Jaya (Santoso, 2009). Biasanya kelapa tumbuh di pesisir atau dekat dengan pantai Hal ini dikarenakan buah kelapa lebih nikmat dinikmati saat kelapa masih muda Tanaman kelapa sering disebut sebagai *The Three Of Life*, artinya tanaman kelapa merupakan tanaman yang memiliki banyak sekali manfaat bagi kehidupan manusia. Semua bagian dari tanaman kelapa ini dapat dimanfaatkan dari mulai akar, batang, daun dan buah, baik untuk tujuan kuliner maupun nonkuliner. Namun, bagian dari tanaman kelapa yang sering dimanfaatkan adalah bagian buahnya.

Produksi buah kelapa di Sumatera Barat mencapai 78,902 ton pertahun. Kepala Bidang Perkebunan Dinas Tanaman Pangan, Holtikultura dan Perkebunan menyebutkan luas area tanaman kelapa itu tersebar di 19 kabupaten dan kota di Provinsi Sumatera Barat yang berpenduduk sekitar 5,8 juta jiwa. Kabupaten Padang Pariaman merupakan salah satu kabupaten yang mata pencahariannya berasal dari kegiatan pertanian. Salah satu tanaman perkebunan yang cukup banyak dihasilkan di Kabupaten Padang Pariaman yaitu tanaman kelapa. Tempurung kelapa merupakan limbah padat dari hasil kelapa yang telah diambil dagingnya. Tempurung kelapa pada umumnya

digunakan untuk bahan bakar, keperluan rumah tangga atau souvenir. Untuk meningkatkan nilai ekonomi masyarakat, tempurung kelapa dapat diolah menjadi produk yang memiliki harga jual yang tinggi. Melimpahnya tempurung kelapa dapat diangkat sebagai potensi desa dalam meningkatkan perekonomian masyarakat. Kendala yang ditemui untuk memaksimalkan limbah tempurung kelapa adalah kurangnya keterampilan warga dalam pemanfaatan potensi yang ada.

Bagi sebagian masyarakat, tempurung kelapa mungkin tidak berguna lagi karena merupakan sebuah limbah. Padahal sebenarnya tempurung kelapa jurtru mempunyai nilai yang sangat berguna untuk dijadikan kerajinan, sehingga banyak suatu barang yang mempunyai nilai seni. Tujuan dari pemanfaatan limbah tempurung kelapa adalah untuk mengurangi limbah tempurung kelapa yang sudah terbuang. Tempurung kelapa bisa dijadikan sebagai bahan baku mentah untuk diolah menjadi arang yang masih dapat diolah kembali menjadi produk inovatif yang dapat memberikan nilai tambah. Produk yang terbuat dari tempurung kelapa adalah arang yang kemudian akan diproses kembali menjadi briket. Tempurung kelapa akan diproses dengan sistem yang dikenal dengan sistem pirolisis yaitu pembakaran yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air, sekaligus menjadikan tempurung sebagai material karbon. Pirolisis untuk pembentukan arang terjadi pada temperatur 150-300°C.

Proses pengolahan limbah tempurung kelapa untuk pembuatan arang briket, ada beberapa tahapan yaitu proses pemecahan tempurung kelapa dan

pembakaran tempurung kelapa. Proses pemecahan tempurung kelapa masih bersifat tradisional sehingga hasil pecahan yang didapat terkadang tidak sesuai yang diharapkan serta dibutuhkannya tenaga lebih besar dalam proses pemecahan. Hasil pecahan yang terlalu kecil dapat menyebabkan tempurung kelapa menjadi abu saat proses pembakaran. Maka dari itu dirancanglah alat pemecah tempurung kelapa agar proses pemecahan dapat dilakukan lebih efektif agar mendapatkan hasil yang sesuai dan mempermudah pekerja untuk melakukannya.

Setelah dilakukan proses pemecahan, langkah selanjutnya adalah melakukan proses pembakaran. Metode pembakaran yang dilakukan masyarakat masih bersifat konvensional yang dapat menyebabkan polusi udara. Maka dari itu, penulis merancang alat yang dapat digunakan masyarakat dalam melakukan proses pembakaran untuk mengurangi polusi udara yang dihasilkan yaitu dengan menyalurkan asap hasil proses pembakaran ke dalam alat pendingin asap yang bertujuan untuk mendinginkan dan mengurangi polusi yang dihasilkan.

Dari penjelasan singkat diatas, penulis berkeinginan untuk membuat perancangan alat pembakar tempurung kelapa untuk dijadikan briket, maka penulis memberi judul proyek akhir ini "**Rancang Bangun Alat Pemecah Tempurung Kelapa.**"

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut :

1. Banyaknya limbah tempurung kelapa dari pengolahan buah kelapa.
2. Proses pemecahan tempurung kelapa masih menggunakan proses manual.
3. Dalam proses pemecahan manual akan memakan waktu lama.
4. Hasil produksi dengan proses manual sedikit.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah pada pembuatan alat pembakaran tempurung kelapa menjadi arang briket dengan sistem pirolisis, maka penulisan laporan ini difokuskan pada masalah rancang bangun alat pemecah tempurung kelapa. Agar pembahasan dalam penulisan ini lebih fokus dan mendalam.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah maka penulis merumuskan masalah yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatan alat pemecah tempurung kelapa menjadi arang briket yaitu, bagaimana proses pembuatan bagian-bagian alat pemecah tempurung kelapa?

E. Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan dari proyek akhir ini adalah :

1. Memudahkan masyarakat untuk menghancurkan tempurung kelapa sebelum dibakar menjadi arang briket.
2. Mempercepat waktu masyarakat untuk menghancurkan tempurung kelapa.

F. Manfaat Proyek Akhir

Adapun manfaat yang diperoleh adalah :

1. Bagi mahasiswa :
 - a. Sebagai suatu penerapan teori dan praktek kerja yang diperoleh saat perkuliahan.
 - b. Menambah pengetahuan tentang cara merancang dan menciptakan karya.
 - c. Merupakan implementasi ilmu yang telah diberikan selama duduk dibangku kuliah.
2. Bagi lembaga pendidikan :
 - a. Merupakan pengembangan ilmu dan pengetahuan yang tepat guna dalam menciptakan ide untuk menghasilkan suatu alat yang baru.
 - b. Merupakan inovasi awal yang dapat dikembangkan kembali dikemudian hari dengan lebih baik.
3. Bagi dunia industri :
 - a. Merupakan bentuk kreatifitas mahasiswa, yang dengan diciptakannya alat ini diharapkan mampu memproduksi lebih cepat dan mengurangi waktu pengerjaan.
 - b. Memacu masyarakat untuk berfikir secara dinamis dalam memanfaatkan teknologi tepat guna dalam kehidupan sehari - hari.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Pengertian Perancangan

Pada pembuatan sebuah alat pembakaran tempurung kelapa untuk pembuatan arang briket dibutuhkan adanya perancangan tentang apa yang akan dibuat dan apa yang akan dihasilkan. Dengan adanya suatu rancangan, maka kita akan tahu kemana tujuan kita. Definisi perancangan menurut AL-Bahra bin Ladjamudin, Perancangan adalah suatu kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik. Menurut Mulyadi dalam bukunya yang berjudul sistem akuntansi, mendefinisikan perancangan sebagai berikut: “Desain adalah proses menterjemahkan kebutuhan pemakai informasi ke dalam alternatif rancangan sistem informasi yang diajukan kepada pemakai informasi untuk dipertimbangkan. Dari dua pengertian di atas dapat ditarik simpulan bahwa perancangan adalah strategi atau suatu kegiatan yang bertujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat memecahkan masalah yang dihadapi dan mendapatkan solusinya.

Proses perancangan ada dua metode yang digunakan yaitu metode kreatif dan metode rasional yang dijelaskan oleh Ginting (2010):

a. Metode kreatif

Metode kreatif ini memiliki tujuan untuk membantu menstimulasi pemikiran kreatif dengan cara meningkatkan produksi gagasan,

menyisihkan hambatan mental terhadap kreativitas atau dengan cara memperluas area pencarian solusi.

b. Metode rasional

Metode rasional lebih menekankan pada pendekatan sistematis pada perancangan. Metode ini memiliki tujuan dalam memperluas ruang pencarian untuk memperoleh solusi yang potensial, dan mengupayakan kerja sama tim dan dalam hal pengambilan suatu keputusan secara kelompok.

B. Penggunaan komputer dalam perancangan (CAD)

CAD yang merupakan singkatan dari *Computer Aided Design* merupakan *software* komputer yang digunakan untuk mendesain sebuah produk di fase desain selama proses *engineering*. Fasilitas dalam aplikasi ini meliputi pemilihan material, proses, dimensi, dan toleransi. Desain yang digambar dapat berupa 2 dimensi ataupun 3 dimensi dan dapat dilihat dari berbagai sudut pandang. Penggunaan CAD mampu meningkatkan kualitas desain, produktivitas *engineer*, dan meningkatkan komunikasi antara desainer dengan pembacanya.

CAD juga banyak digunakan oleh arsitek, teknik sipil, teknik elektro, bahkan desain interior. Pada intinya CAD digunakan sebuah perusahaan untuk mengeksplorasi model sebelum mengimplementasikan dalam bentuk prototype. Ada beragam aplikasi CAD, diantaranya adalah AutoCAD, Inventor, CATIA, SketchUP, dan lainnya.

Software SolidWorks yang merupakan perangkat lunak untuk digunakan dalam merancang desain produk. *Solidworks* adalah salah satu CAD *software* yang dibuat oleh *Dassault Systemes*. *Software Solidworks* digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real part-nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan. *Drawing* merupakan *templates* yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D/3D *engineering drawing* dari *single componen (part)* maupun *assembly* yang sudah dibuat.

Tahapan perancangan menggunakan *Solidworks* :

1. Menentukan desain mesin yang sesuai.

Langkah ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan desain yang diperlukan pada mesin agar mesin memiliki efisiensi tinggi saat digunakan.

2. Membuat sketsa kasar

Tujuan pembuatan sketsa kasar terlebih dahulu adalah sebagai pedoman / acuan gambar sebelum menggambar dengan menggunakan aplikasi *solidworks*.

3. Menentukan dimensi pada mesin

Dimensi pada gambar mesin dalam aplikasi *solidworks* dilakukan untuk memberikan acuan mengenai ukuran komponen-komponen alat yang akan dibuat, dan diharapkan juga dimensi yang ditentukan dapat memenuhi kriteria mesin yang dibutuhkan.

C. Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa adalah bagian yang membatasi buah kelapa dari serabut kelapa biasanya batok kelapa ini dibuang oleh konsumen kelapa dan menjadi sampah yang bertumpuk sehingga membuat kotor lingkungan tetapi batok kelapa sekarang ini bisa dimanfaatkan oleh masyarakat contohnya dimanfaatkan menjadi kerajinan tangan, bahan dasar menjadi arang, dll. Di sini kami akan membuat tempurung kelapa menjadi arang sehingga bisa mengurangi sampah tempurung kelapa.

Biomassa adalah sebuah istilah yang digunakan untuk menyebut semua senyawa organik yang berasal dari tanaman budidaya, alga, dan sampah organik. Pengelompokan biomassa terbagi menjadi biomassa kayu, biomassa bukan kayu, dan biomassa sekunder. Biomassa juga dapat dikategorikan menjadi limbah pertanian, limbah kehutanan, tanaman kebun energi, dan limbah organik. Sifat kimia, sifat fisik, kadar air, dan kekuatan mekanis pada berbagai biomassa sangat beragam dan berbeda-beda. Biomassa merupakan sumber energi terbarukan dengan kualitas yang rendah. Sumber biomassa yang digunakan pada bioenergi berasal dari sampah kota. Biomassa menghasilkan energi primer yang berbentuk cair sebagai bahan bakar nabati. Pada bentuk gas, biomassa digunakan sebagai biogas, sedangkan dalam bentuk padat biomassa dimanfaatkan sebagai biobriket. Ketiga energi primer ini dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk sarana transportasi atau industri. Selain itu, energi primer ini dapat diubah lagi menjadi energi sekunder yaitu energi listrik berbahan bakar nabati. Penggunaan biomassa untuk menghasilkan produk bioenergi

tidak memerlukan proses khusus dan dapat langsung digunakan sebagai energi primer.

Tempurung kelapa dikelompokkan menjadi biomassa tumbuhan yang memiliki lapisan keras yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksil dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut beragam sesuai dengan jenis kelapanya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya pada batok kelapa tersebut. Berat dan tebal batok kelapa sangat ditentukan oleh jenis tanaman kelapa. Berat tempurung kelapa ini sekitar (15 – 19) % dari berat keseluruhan buah kelapa, sedangkan tebalnya sekitar 3 – 5 mm, (Mecoho, 2009). Untuk membuat arang aktif yang benar-benar berkualitas, tempurung kelapa harus bersih dan terpisah dari sabutnya. Sedangkan untuk mengetahui kualitas yang baik dari tempurung kelapa merupakan bagian dari buah kelapa yang paling keras dibandingkan dengan bagian kelapa lainnya.

Proses *Thermochemical* :

a. *Combustion*

Seperti yang dapat Anda lihat pada bagian pengertiannya di atas, secara literal (makna harfiah atau aslinya), khususnya secara bahasanya, kata *combustion* ini diartikan sebagai *pembakaran* dalam bahasa Indonesia yang merupakan perubahan kimia sebagai akibat dari kombinasi konstituen bahan bakar yang mudah terbakar dengan oksigen, menghasilkan panas.

b. *Pyrolysis*

Pyrolysis, dekomposisi kimia bahan organik (berbasis karbon) melalui penerapan panas. *Pyrolysis*, yang juga merupakan langkah pertama dalam gasifikasi dan pembakaran, terjadi ketika tidak ada atau hampir tidak ada oksigen, sehingga berbeda dengan pembakaran, yang hanya dapat terjadi jika terdapat cukup oksigen. Laju *pyrolysis* meningkat seiring dengan peningkatan suhu. Dalam aplikasi industri suhu yang digunakan seringkali 430 °C (sekitar 800 °F) atau lebih tinggi, sedangkan dalam operasi skala kecil suhunya mungkin jauh lebih rendah. Dua produk terkenal yang dihasilkan melalui *pyrolysis* adalah bentuk arang yang disebut biochar, dibuat dengan memanaskan kayu, dan kokas (yang digunakan sebagai bahan bakar industri dan pelindung panas), dibuat dengan memanaskan batu bara. *Pyrolysis* juga menghasilkan cairan yang dapat terkondensasi dan gas yang tidak dapat terkondensasi.

c. Gasifikasi

Proses gasifikasi merupakan proses konversi kimia yang dapat memberikan hasil yang baik dari sisi dekomposisi material dan energi serta ramah lingkungan dibandingkan dengan proses konversi termokimia, akan tetapi gasifikasi menghasilkan produk samping berupa tar, yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan dapat menurunkan kualitas syngas yang dihasilkan, karena tar merupakan material yang sulit terbakar

d. Liquid

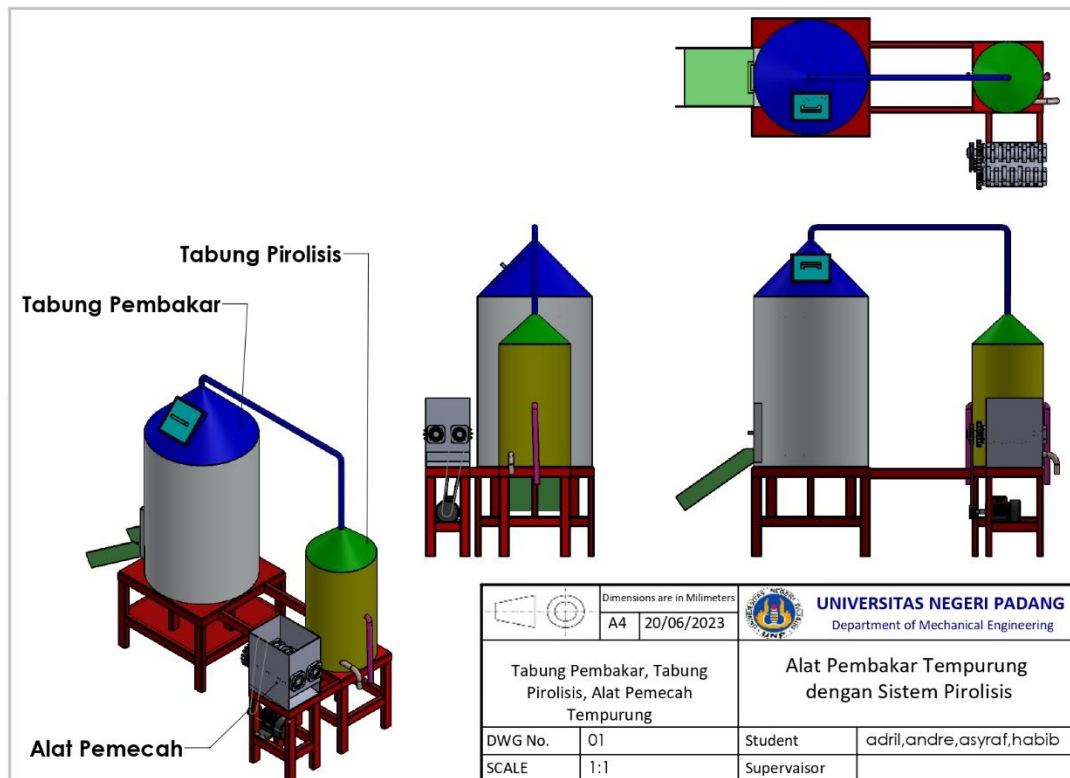
Pengertian umum asap cair (*liquid smoke*) merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan yang banyak mengandung karbon dan senyawa-senyawa lain (Kamulyan, B., 2008). Bahan baku yang banyak digunakan untuk membuat asap cair adalah tempurung kelapa, kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu, dan biomass lainnya.

D. Arang Tempurung Kelapa

Arang tempurung kelapa adalah arang yang berbahan dasar tempurung kelapa. Pemanfaatan arang tempurung kelapa ini termasuk cukup strategis sebagai sektor usaha. Hal ini karena jarang masyarakat yang memanfaatkan tempurung kelapanya. Tempurung kelapa yang akan dijadikan arang harus dari kelapa yang sudah tua, karena lebih padat dan kandungan airnya lebih sedikit dibandingkan dari kelapa yang masih muda. Harga jual arang tempurung kelapa terbilang cukup tinggi. karakteristik tempurung kelapa tempurung kelapa dikategorikan sebagai kayu keras tetapi mempunyai kadar lignin yang lebih tinggi dan kadar selulosa lebih rendah dengan kadar air sekitar 6–9 % (dihitung berdasarkan berat kering) dan terutama tersusun dari lignin, selulosa dan hemiselulosa. Arang tempurung kelapa memiliki sifat difusi termal yang baik dibandingkan dengan bahan lain seperti kayu sehingga menjadikannya memiliki peluang besar sebagai bahan bakar pengganti. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung.

Berat yang di miliki tempurung sekitar 15-19% dari berat keseluruhan buah kelapa. Nilai kalor arang dari tempurung kelapa lebih tinggi dan waktu nyala lebih lama. Tempurung kelapa adalah bahan bioarang sedangkan biomasa adalah bahan organik yang berasal dari jasad hidup. Biomasa dapat langsung digunakan secara langsung sebagai sumber energi panas untuk bahan bakar namun kurang efisien. Nilai bakar biomasa hanya sekitar 3000 nilai kalori, sedangkan bioarang mampu menghasilkan 5000 nilai kalori (Winarno,1985).

E. Mesin Pengelola Tempurung Kelapa menjadi Arang.



Gambar 2.1 Desain alat pemecah dan pembakar tempurung kelapa

1. *Combustor / Burner* dengan menggunakan prinsip *pirolisis*.

Alat pembakar briket merupakan alat yang digunakan untuk melakukan proses pembakaran arang yang sudah dipecahkan guna dijadikan untuk briket. Alat pembakar arang dibuat dengan menggunakan tabung minyak pertamina sebagai tabung pembakar. Lalu dipasangkan pipa yang dibor pada sisi-sisinya dari tabung pembakar guna untuk memberikan pembakaran yang merata pada arang. Pada bagian atas tabung di buat plat berbentuk kerucut lalu disambungkan pipa ke bagian tabung pendingin untuk melakukan proses pendinginan.

2. *Coolen / condensor*

Alat pendingin asap dibuat agar proses pembakaran yang mengeluarkan asap dapat diminimalisir. Setelah proses pembakaran terjadi, lalu asap dialirkan melalui pipa sambungan antara alat pembakar dan pendingin. Setelah asap dialirkan masuk kedalam alat pendingin, asap dialirkan melalui pipa *spiral* yang terdapat di dalam tabung pendingin. Pipa spiral digunakan untuk melakukan proses pendinginan pada asap pembakaran dan disertai dengan adanya air yang memenuhi isi dari tabung pendingin.

3. *Chrusher*

Pada saat proses pembakaran, tempurung kelapa harus dipecahkan terlebih dahulu sehingga hasil potongan yang digunakan pas untuk dijadikan sebagai arang. Proses pemecahan dilakukan dengan menggunakan mata pisau yang berjumlah 14 mata pisau. Terletak 7 mata pisau pada sebelah kanan dan 7 mata pisau disebelah kiri. Proses pemecahan dilakukan dengan menggiling tempurung kelapa menggunakan mata pemecah tersebut. Untuk melakukan proses penggilingan tersebut, digunakan 2 roda gigi yang berputar berlawanan yang di putar oleh *van belt* yang ditenagai oleh motor listrik.

F. Komponen-komponen Mesin Pemecah Tempurung Kelapa

a. Rangka

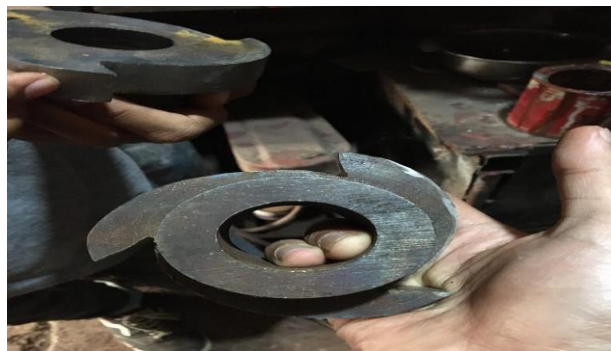
Rangka pada alat pemecah digunakan sebagai dudukan pada bodi alat pemecah yang berujuan untuk memberikan kekuatann pada saat proses pemecahan tempurung kelapa terjadi.



Gambar 2.2 Rangka pemecah tempurung
(Sumber : Adril meikal, 2023)

b. Mata Pisau

Mata pisau adalah besi yang di bubut sedemikian rupa sampai membentuk mata pisau yang memiliki 3 buah mata,, Mata pisau juga dilubangi pada bagian tengah sebagai tempat untuk memasukkan poros.



Gambar 2.3 Mata pisau
(Sumber : Adril meikal, 2023)

c. *Pulley*

Pulley adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai komponen atau penghubung putaran yang diterima dari motor listrik kemudian diteruskan dengan menggunakan sabuk atau *belt* ke benda yang ingin digerakkan.

Pulley adalah suatu elemen mesin yang berfungsi untuk mengaitkan atau meletakkan sabuk. Pada dasarnya *pulley* mempunyai prinsip kerja yang sama dengan *sprocket*, perbedaannya terletak pada media yang dikaitkan. Jika puli yang dikaitkan adalah sabuk, sedangkan *sprocket* media yang dikaitkan dengan rantai. *Pulley* pada umumnya terbuat dari besi cor kelabu FC 20 atau FC 30, dan ada pula yang terbuat dari baja.

Keuntungan menggunakan *pulley* sebagai elemen transmisi:

1. Bidang kontak sabuk *pulley* luas, tegangan *pulley* biasanya lebih kecil sehingga lebar puli bisa dikurangi
2. Dapat mencegah terjadinya pada mesin ataupun komponen mesin lainnya jika terjadi putaran yang tidak stabil akibat gangguan yang tidak terduga. Karena sabuk yang dipasang pada *pulley* dapat *slip* ketika ada gangguan
3. Tidak menimbulkan suara yang bising dan lebih tenang
4. Mudah dalam perawatan dan tidak memerlukan pelumasan.



Gambar 2.4 Pulley

(Sumber : <https://www.indiamart.com/proddetail/18-inch-ci-double-groove-v-belt-pulley-8801023755.html>)

d. Roda Gigi

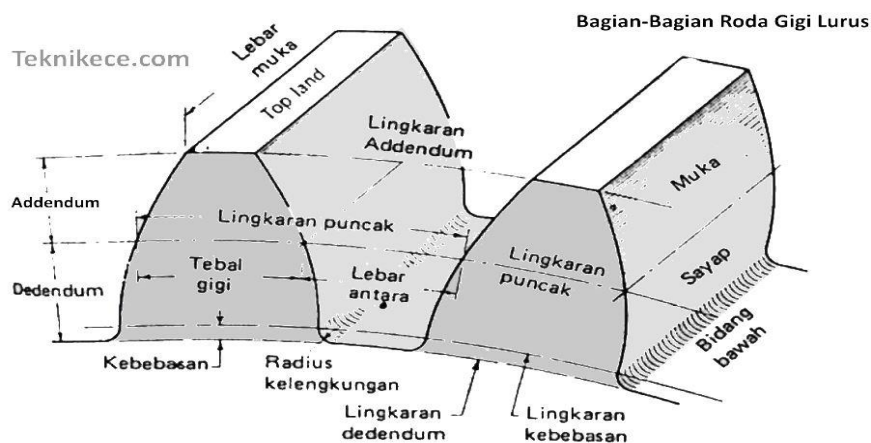
Roda gigi atau gear adalah bagian dari mesin yang berputar untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi-gigi yang saling bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain. Dua atau lebih roda gigi yang bersinggungan dan bekerja bersama-sama disebut sebagai transmisi roda gigi, dan bisa menghasilkan keuntungan mekanis melalui rasio jumlah gigi. Roda gigi mampu mengubah kecepatan putar, torsi, dan arah daya terhadap sumber daya. Tidak semua roda gigi berhubungan dengan roda gigi yang lain; salah satu kasusnya adalah pasangan roda gigi dan pinion yang bersumber dari atau menghasilkan gaya translasi, bukan gaya rotasi.

Transmisi roda gigi analog dengan transmisi sabuk dan puli. Keuntungan transmisi roda gigi terhadap sabuk dan *pulley* adalah keberadaan gigi yang mampu mencegah *slip*, dan daya yang ditransmisikan lebih besar. Namun, roda gigi tidak bisa mentransmisikan daya sejauh yang bisa dilakukan sistem transmisi roda dan *pulley* kecuali ada banyak roda gigi yang terlibat di dalamnya.

Ketika dua roda gigi dengan jumlah gigi yang tidak sama dikombinasikan, keuntungan mekanis bisa didapatkan, baik itu kecepatan

putar maupun torsi, yang bisa dihitung dengan persamaan yang sederhana. Roda gigi dengan jumlah gigi yang lebih besar berperan dalam mengurangi kecepatan putar namun meningkatkan torsi.

Rasio kecepatan yang teliti berdasarkan jumlah giginya merupakan keistimewaan dari roda gigi yang mengalahkan mekanisme transmisi yang lain. Mesin yang presisi seperti jam tangan mengambil banyak manfaat dari rasio kecepatan putar yang tepat ini. Dalam kasus di mana sumber daya dan beban berdekatan, roda gigi memiliki kelebihan karena mampu didesain dalam ukuran kecil. Kekurangan dari roda gigi adalah biaya pembuatannya yang lebih mahal dan dibutuhkan pelumasan yang menjadikan biaya operasi lebih tinggi.



Gambar 2.5 Bagian-bagian roda gigi

(Sumber : <https://gurupujaz.wordpress.com/2019/01/04/nama-nama-bagian-roda-gigi/>)



Gambar 2.6 Roda gigi lurus
 (Sumber : <https://teknikjaya.co.id/fungsi-roda-gigi-dan-penggunaannya/>)
 Berikut ini adalah rumus yang akan sering kita gunakan dalam pembuatan roda gigi lurus :

Nama	Rumus
Modul Pisau (M)	$M = D / Z$
Jumlah Gigi (Z)	$Z = D / M$
Diameter Pitch (Dp)	$Dp = Z \times M$
Diameter Luar (Da) = $D + 2.M$	$Da = Dp + 2M$
$Da = (Z + 2)M$	$Da = (Z + 2)M$
Diameter Kaki (Df)	$Df = D + 2,32.M$
	$Df = (Z + 2,32)M$
Adendum (Ha)	$Ha = 1 \times M$
Defendum (Hf)	$Hf = 1,16.M$
Kedalaman alur gigi / Tinggi gigi (H)	$H = 2,16.M$
Jarak Pitch (T)	$T = \pi \times M$

Lebar Gigi (B)	B = (6 sampai 8) M , Untuk roda gigi kasar
	B = (10 sampai 15) M , Untuk roda gigi normal
	B = (15 sampai 30) M , Untuk roda gigi halus
Putaran Engkol Kepala Pembagi	$N = 40 / Z$

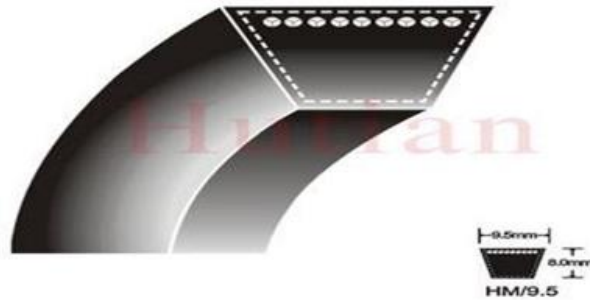
Tabel 1 Rumus Perhitungan Roda Gigi Lurus

e. *Vanbelt*

V-BELT adalah Sabuk atau belt terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Tenunan, teteron dan semacamnya digunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk V dibelitkan pada alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar.

Keuntungan menggunakan sabuk- V:

1. Mentransmisi daya yang jarak relative jauh.
2. Kecilnya faktor *slip*.
3. Mampu digunakan untuk putaran tinggi.
4. Harga relatif lebih murah,
5. Tidak berisik,



Gambar 2.7 V-belt

(Sumber : <https://www.bloganton.web.id/2021/01/pengertian-v-belt-bahan-dan.html>)

Perhitungan yang digunakan dalam perancangan sabuk- V antara lain sebagai berikut:

1. Putaran sabuk < putaran poros, baik
2. Panjang keliling (L)

$$L = 2C + L = 2C + \frac{\pi}{2}(DP + dP) + \frac{1}{4C}(Dp - dp)^2 \text{ (Sularso, 1997:170)}$$

Keterangan

L = panjang sabuk (mm)

C = jarak sabuk poros (mm)

DP = diameter *pulley* besar (mm)

p = diameter *pulley* kecil (mm)

f. *Bearing*

Bearing merupakan elemen mesin yang dipakai untuk membatasi gerak relatif pada dua komponen atau lebih dalam mesin sehingga bisa digerakkan pada arah yang diinginkan. Contoh penggunaan *bearing* adalah menjaga poros mesin untuk tetap berputar pada sumbunya dan komponen lain pada jalurnya. Ada 4 *bearing* yang diperlukan pada alat pemecah

dikarenakan terdapat 2 poros yang bekerja. *Bearing* yang digunakan memiliki diameter dalam 35 mm dan diameter luar yang berukuran 62 mm.



Gambar 2.8 *Bearing*
(Sumber : Adril meikal, 2023)

g. *House Bearing*

Kata *bearing housings* ini diartikan sebagai bantalan rumah dalam bahasa Indonesia yang merupakan perumahan bantalan adalah komponen struktural yang dirancang untuk mendukung bantalan. Rumah bantalan biasanya menampilkan reses yang dirancang untuk toleransi yang dekat atau tekan sesuai dengan bantalan. Jenis perumahan bantalan yang umum disebut sebagai bantal blok. Ini digunakan untuk memasang *offset* bantalan ke dukungan struktural, seperti balok.

House bearing yang digunakan pada alat pemecah berbentuk persegi yang diberikan lubang pada bagian tengah dengan ukuran yang sama seperti ukuran luar *bearing* yaitu 62 mm.



Gambar 2.9 *House bearing*
(Sumber : Adril meikal, 2023)

h. Motor listrik

Motor listrik adalah sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll.

Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar atau *torque* sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok (BEE India, 2004):

- Beban *torque* konstan adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun *torque* nya tidak bervariasi. Contoh beban dengan *torque* konstan adalah *conveyors*, *rotary kilns*, dan pompa *displacement* konstan.
- Beban dengan variabel *torque* adalah beban dengan *torque* yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan

variabel *torque* adalah pompa sentrifugal dan fan (*torque* bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).

- Beban dengan energi konstan adalah beban dengan permintaan *torque* yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

Berikut cara menghitung daya motor yang dibutuhkan dalam motor listrik :

$$N = (f \times 120) : P$$

N : jumlah putaran permenit (Rpm)

F : frekuensi (Hz)

P: Jumlah kutub gulungan (Pole).

Rumus menghitung Torsi, Kecepatan dan Daya

$$P = (T \times N) : 5252$$

$$T = (5252 \times P) : N$$

$$N = (5252 \times P) : T$$

P: Daya dalam satuan HP (HorsePower)

T: Torsi (Nm)

N: Jumlah putaran per-menit (RPM)

5252 adalah nilai ketetapan (Konstanta) untuk daya motor dalam satuan HP



Gambar 2.10 Motor listrik

(Sumber : <https://www.binaindojaya.com/bagian-bagian-motor-elektrik-dan-kegunaannya>)

i. Poros

Poros adalah besi pemutar yang digunakan pada alat pemecah. Ada 2 Besi poros yang digunakan pada alat pemecah. Pertama, berukuran Panjang 350 mm dan berdiameter 35 mm. Kedua, berukuran Panjang 450 mm dan berdiameter 35 mm. Masing-masing besi poros di bentuk *spy* sebagai penghubung dengan mata pisau.



Gambar 2.11 Poros

(Sumber : Adril meikal, 2023)

Hal hal yang penting dalam merencanakan sebuah poros sebagai berikut ini perlu diperhatikan: (Sularso, 2004:203-204)

a. Kekuatan Poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami suatu beban punter atau lentur atau gabungan antara puntir dan lentur seperti telah diutarakan di atas. Juga ada poros yang mendapat beban Tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin.

Kelelahan, tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, harus diperhatikan. Sebuah poros harus di rencanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban-beban di atas.

b. Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntiran terlalu besar akan mengakibatkan ketidak ketelitian atau getaran dan suara. Disamping kekuatan poros, kekakuanya juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan dilayani poros tersebut.

c. Putaran Kritis

Suatu mesin dinaikan maka suatu harga putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. Putaran ini disebut putaran kritis. Hal ini dapat terjadi pada turbin, motor torak, motor listrik, dan lain-lain. Juga dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian bagian lainnya. Jika mungkin, poros harus direncanakan sedemikian rupa hingga putaran kerjanya lebih rendah dan putaran kritisnya.

d. Korosi

Bahan tahan korosi (termasuk plastik) harus dipilih untuk poros propeler dan pompa bila terjadi dengan kontak dengan fluida yang korosif. Demikian juga yang terancam kavitasi, dan poros-poros. Mesin yang sering berhenti lama, sampai dengan batas-batas tertentu dapat pula dilakukan perlindungan terhadap korosi.

Perhitungan yang digunakan untuk merancang poros adalah sebagai berikut:

- 1) Dimana rencana

$$Pd = fc \cdot P$$

Dimana:

Pd = daya rencana (kW)

fc = faktor koreksi

P = daya nominal (kW)

- 2) Momen

$$T_1 = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n_1}$$

$$T_2 = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n_2}$$

Dimana:

P_d = daya rencana (kW)

N_1 = putaran poros penggerak (rpm)

N_2 = putaran poros yang digerakkan (rpm)

Bila akan dipergunakan untuk menahan elemen komersial, maka tentu saja ukuran poros dan toleransi harus memenuhi rekomendasi pabrik.

Dalam sistem satuan SI, diameter biasanya ditentukan pecahan umum atau ekivalen desimalnya.

Pasangan	Nomor diameter	Diamater minimum	Diameter yang ditetapkan
Roda gigi	D ₁	1.65 in (mm)	1.800 in (mm)
Tidak ada	D ₂	3.30 in (mm)	3.400 in (mm)
Bantalan	D ₃	3.55 in (mm)	3.7402 in (95 mm)
Tidak ada	D ₄	> D ₃ atau D ₅	4.400 in (mm)
Roda gigi	D ₅	3.90 in (mm)	4.400 in (mm)
Tidak ada	D ₆	1.094 in (mm)	3.1496 in (80 mm)

Tabel 2 Diameter Poros Yang Direkomendasikan

j. Bodi

Bodi adalah plat yang digunakan sebagai pelindung pada saat proses pemecahan tempurung kelapa terjadi. Bodi alat pemecah dibentuk persegi Panjang yang disesuaikan dengan ukuran pada poros dan mata pisau. Pada bagian depan dan belakang plat bodi pemecah, dilubangi dengan ukuran yang disesuaikan dengan bearing untuk memasukkan poros sebagai besi pemutar.



Gambar 2.12 Bodi
(Sumber : Adril meikal, 2023)

G. Prinsip Kerja Alat Pemecah Tempurung Kelapa

Prinsip kerja alat pemecah tempurung kelapa sebelum dijadikan arang briket.

- a. Langkah pertama yang dilakukan adalah memasukkan tempurung kelapa yang sudah di belah menjadi 2 bagian ke dalam alat pemecah.
- b. Lalu proses pemecahan yang terjadi pada alat pemecah yaitu dengan bertemunya 2 mata pisau yang terletak di poros dan mata pisau yang bergerak saling berlawanan sehingga membuat tempurung kelapa pecah menjadi beberapa bagian.
- c. Setelah tempurung kelapa pecah, hasil dari pecehan tempurung keluar melalui corong alat pemecah dan ditampung menggunakan suatu wadah.

BAB III METODE PROYEK AKHIR

A. Jenis Proyek Akhir

Jenis proyek akhir yang digunakan dalam menyusun proyek akhir ini adalah bagaimana merancang suatu alat yaitu alat pemecah tempurung kelapa sebelum dijadikan arang briket dimana alat tersebut bisa meningkatkan produktifitas hasil kerja masyarakat dalam pengelolaan tempurung kelapa. Penulis memfokuskan pada perancangan sistem mekanisme dan komponen Alat pemecah tempurung kelapa sehingga alat dapat lebih efisien dalam penggunaannya.

B. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Proyek Akhir

Perencanaan dan pembuatan proyek akhir ini dikerjakan di *workshop* Fabrikasi dan Permesinan FT-UNP, yang dilaksanakan pada bulan Juli 2023 s/d Oktober 2023.

C. Tahapan Pembuatan Proyek Akhir

1. Studi literatur

Mencari referensi dari alat pemotong dan alat pembengkok yang sudah pernah ada dan dimodifikasi dan juga melalui browsing di internet, dan juga jurnal jurnal di internet.

2. Perancangan dan gambar desain

Untuk menentukan bentuk alat yang akan dibuat, karena alat ini menggabungkan beberapa komponen menjadi satu.

3. Perhitungan

Pada tahap ini dilakukan dengan perhitungan tentang kapasitas dan efisiensi waktu alat.

4. Pembuatan dan perakitan alat

Setelah selesai proses perancangan selanjutnya ialah membuat alat dan perakitan yang di lakukan di *workshop* fabrikasi Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.

5. Uji Coba Alat

Setelah alat ini tercapai maka alat ini akan diuji pada efisiensi dan juga perhitungan waktu.

6. Penulisan laporan

Setelah semua data-data sudah didapatkan dan alat ini sudah tercapai maka yang terakhir dilakukan yaitu penulisan laporan agar dapat mengetahui tujuan dari pembuatan alat ini.

D. Pemilihan Bahan

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan bahan adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan harus sesuai dengan fungsinya

Pemakaian dari bahan tersebut harus sesuai dengan perancangan yang dibuat.

2. Efisiensi

Faktor efisiensi ini tergantung pada bahan dan perhitungan. Pemilihan bahan harus memiliki efisiensi yang tinggi guna menghasilkan produk yang berkualitas dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi.

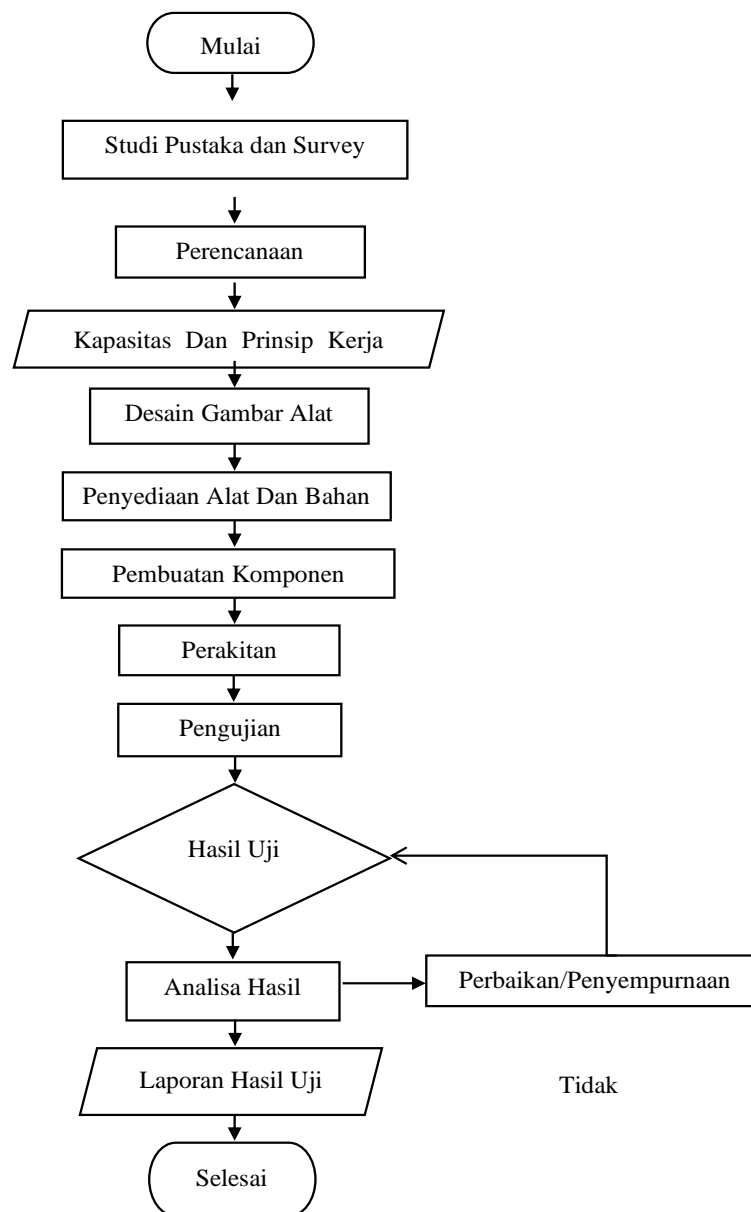
3. Mudah didapat

Material pembentuk alat hendaklah berasal dari material yang mudah didapat dan banyak dipasaran sehingga bila salah satu komponen ada yang rusak dapat diganti dengan mudah.

4. Mudah dalam melakukan perawatan.

Material yang digunakan merupakan bahan yang mudah dalam perawatannya sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya yang mahal untuk merawatnya.

E. Diagram Alir Rancang Bangun Alat Pemecah Tempurung Kelapa



Gambar 3.1 Diagram alur perancangan mesin pemecah tempurung kelapa

F. Alat yang digunakan Untuk Proyek Akhir

1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam mengerjakan mesin pemecah tempurung kelapa ini adalah :

- a. Aplikasi *solidwork* 2020 untuk membuat desain gambar.
- b. Mesin bor yang berguna untuk membuat lubang yang akan dimasukkan oleh poros.
- c. Mesin bubut, dipakai untuk membubut mata pisau sehingga berukuran sesuai dengan desain.
- d. Mesin gerinda, dipakai untuk memotong, menghaluskan permukaan plat dan siku.
- e. Mesin las, berguna untuk proses pengelasan di antara plat dan siku.
- f. Mesin frais, digunakan untuk membuat lubang *spy* pada poros.
- g. Gergaji, digunakan untuk memotong poros dan mata pisau.
- h. Penggores, berguna untuk membuat tanda atau garis pada plat dan siku.
- i. Penggaris, digunakan untuk menggaris.
- j. Penggaris siku, untuk menentukan sudut 90 derajat pada plat dan besi siku.
- k. Meteran, berguna untuk mengukur siku atau plat yang panjang.
- l. Jangka sorong, digunakan untuk mengukur ketebalan, diameter dalam, diameter luar dan mengukur kedalaman suatu benda.

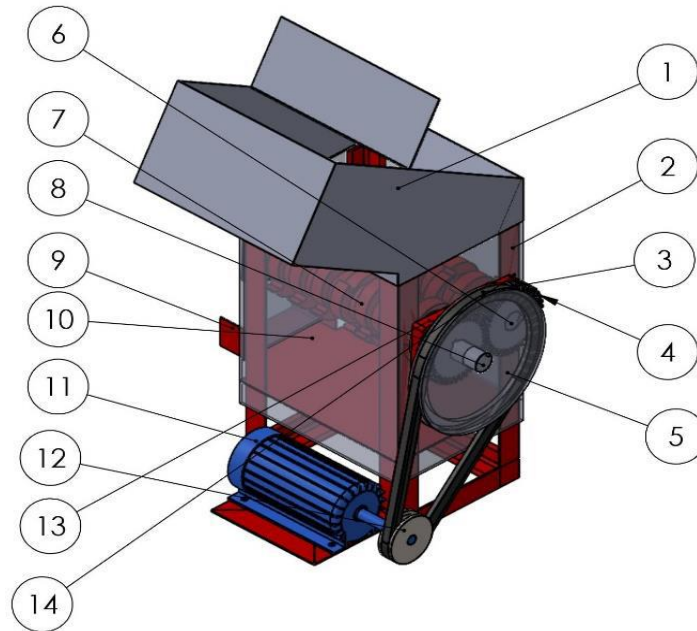
- m. Mesin sekrap berguna untuk merubah permukaan benda menjadi rata, baik menyudut, alur dan bertingkat.
- n. Penitik, digunakan untuk menentukann titik pada sebuah plat.
- o. Palu berguna untuk memakul.
- p. Kunci-kunci digunakan untuk menguatkan baut.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan mesin pemecah tempurung ini adalah :

- a. Plat siku 40 mm x 40 mm x 1,4 mm untuk pemuatan rangka
- b. Plat Tebal 1,4 mm x 1200 mm x 2400 mm untuk pembuatan corong masuk dan keluar.
- c. Besi As \emptyset 35 mm x 400 mm untuk poros 1 pemecah.
- d. Besi As \emptyset 35 mm x 350 mm untuk poros 2 pemecah.
- e. Plat tebal 4 mm untuk pembuatan bodi pemecah.
- f. Besi As \emptyset 100 mm x 650 mm untuk pembuatan mata pisau.
- g. *Bearing* dengan diameter lubang poros 35 mm .
- h. Plat tebal 20 mm untuk pembuatan *house bearing*.

G. Perancangan Mesin Pemecah Tempurung Kelapa



Gambar 3.2 Mesin pemecah tempurung kelapa

No	Nama Kompone
1	Corong masuk
2	Rangka
3	<i>V-Belt</i>
4	Roda Gigi
5	<i>Pulley 1</i>
6	Poros 2
7	Mata Pisau
8	Poros 1
9	Corong Keluar
10	Bodi Pemecah

11	Motor Listrik
12	<i>Pulley 2</i>
13	<i>Bearing</i>
13	<i>House Bearing</i>

Tabel 3 Nama-nama Komponen

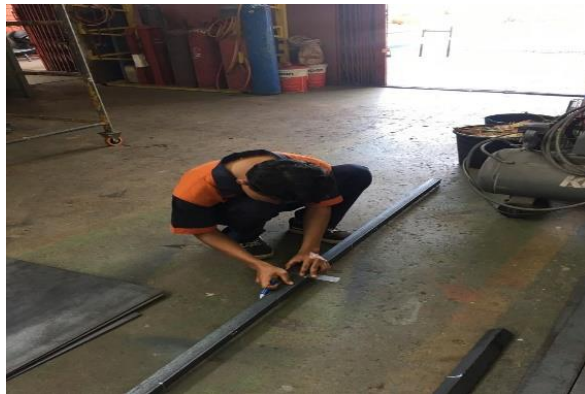
H. Langkah – Langkah Pembuatan

Pembuatan alat pemecah tempurung kelapa untuk dijadikan briket melibatkan beberapa langkah teknis. Berikut adalah langkah-langkah umum yang dapat diikuti:

1. Perencanaan dan perancangan
 - a. Tentukan tujuan dan kebutuhan alat pemecah tempurung kelapa untuk dijadikan briket.
 - b. Perancangan gambar alat pemecah tempurung kelapa ini dibuat dalam bentuk 2D dan 3D menggunakan *software solidworks 2020*.
2. Pengumpulan bahan dan komponen
 - a. Identifikasi bahan dan komponen yang diperlukan untuk membangun alat pemecah tempurung kelapa untuk dijadikan briket seperti rangka, plat, motor, *pulley*, *bearing*, roda gigi, dan poros.
 - b. Dapatkan semua bahan dan komponen yang dibutuhkan dengan mengacu pada desain yang telah dibuat.
3. Tahap Pengerjaan
 - a. Pengukuran dan penandaan

1. Pengukuran

Pengukuran adalah suatu prosedur yang sistematis untuk memperoleh informasi data kuantitatif baik data yang dinyatakan dalam bentuk angka maupun uraian yang akurat, relevan, dan dapat dipercaya terhadap atribut yang diukur dengan alat ukur yang baik dan prosedur pengukuran yang jelas dan benar. Pengukuran penting dilakukan untuk memastikan kecocokan dan presisi dalam perakitan, produksi, atau perbaikan alat.



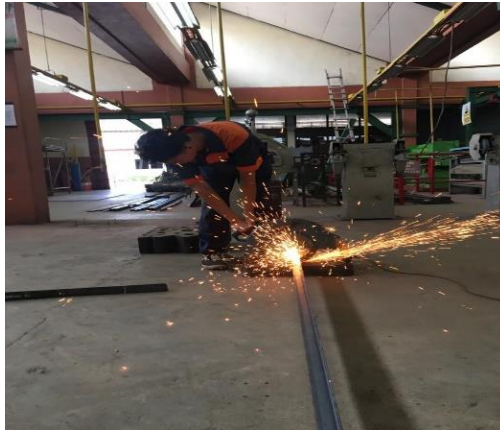
Gambar 3.3 Proses pengukuran

2. Penandaan

Penandaan digunakan untuk menandai posisi komponen atau titik referensi penting pada suatu mesin atau perangkat. Ini membantu dalam perakitan yang akurat dan pemeliharaan yang lebih mudah di masa depan. Misalnya, penandaan dapat digunakan untuk menunjukkan posisi lubang, pengencangan sekrup, atau koneksi listrik.

b. Pemotongan bahan

Lakukan pemotongan bahan besi siku atau plat berdasarkan tanda yang telah ditetapkan pada proses penandaan.



Gambar 3.4 Proses pemotongan bahan

c. Pengelasan

Pengelasan (*welding*) adalah suatu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambahan dan membentuk logam yang kontinyu. Salah satu jenis pengelasan yang paling sering digunakan dalam industri perkapalan adalah SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) yaitu proses pengelasan dengan cara mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi).

d. Pembubutan

Pembubutan adalah salah satu proses pemotongan yang melibatkan mesin perkakas untuk memproduksi benda berbentuk *silindris*, pengeboran, bisa digunakan untuk membuat ulir, meratakan benda putar dengan cara memotong benda kerja yang berputar pada *spindel* dengan

pemotong (pahat) yang memiliki tingkat kekasaran lebih tinggi dari pada benda kerja.



Gambar 3.5 Proses pembubutan

e. Perakitan rangka dan struktur mesin

Perakitan merupakan proses menyusun atau memasang komponen-komponen menjadi suatu produk atau sistem yang berfungsi. Ini melibatkan penggabungan berbagai bagian mesin dengan tepat sehingga mereka bekerja bersama secara efisien.

Proses perakitan dalam teknik mesin biasanya dilakukan setelah tahap pembuatan komponen individual. Pada tahap ini, komponen-komponen tersebut akan dipasang, diatur, dan disambungkan sesuai dengan desain yang telah ditetapkan. Proses ini melibatkan penggunaan alat-alat tangan,

peralatan khusus, dan teknik-teknik khusus yang diperlukan untuk merakit komponen dengan benar.

Perakitan dimulai dari rangka mesin menggunakan bingkai yang telah disiapkan.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perakitan alat ini adalah :

1. Perakitan rangka dan bodi alat pemecah
2. Perakitan untuk memasukkan mata pemecah kedalam poros
3. Perakitan bearing, roda gigi, *v-belt* dan *pulley* pada ujung poros
4. Penghubungan *v-belt* ke transisi mesin

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

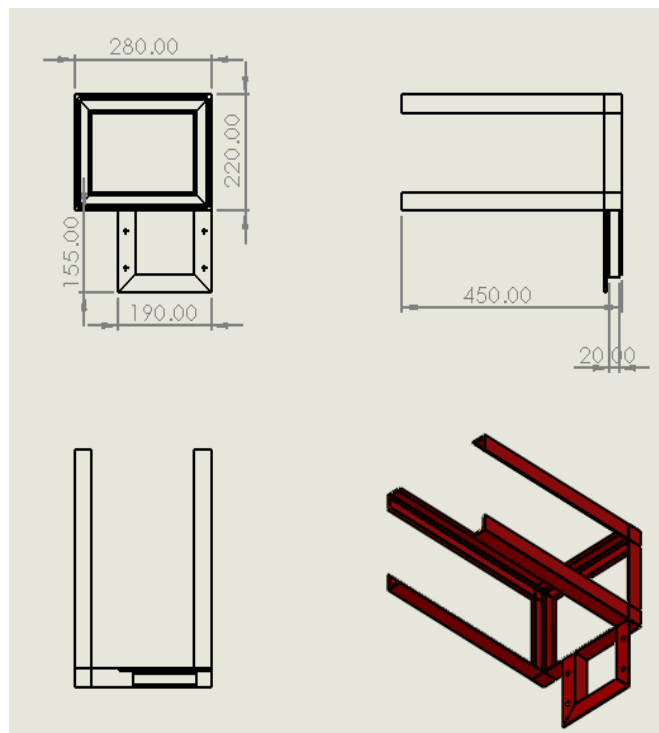
A. Hasil Proyek Akhir

Setelah dilakukan serangkaian kegiatan perancangan, persiapan alat dan bahan, pembuatan serta perakitan komponen, maka proyek akhir ini dapat diselesaikan sesuai dengan perencanaan. Adapun hasil akhirnya dapat dilihat pada gambar. Berikut adalah gambar mesin pengolah tempurung kelapa menjadi arang.

B. Analisis Perancangan Komponen

1. Rangka

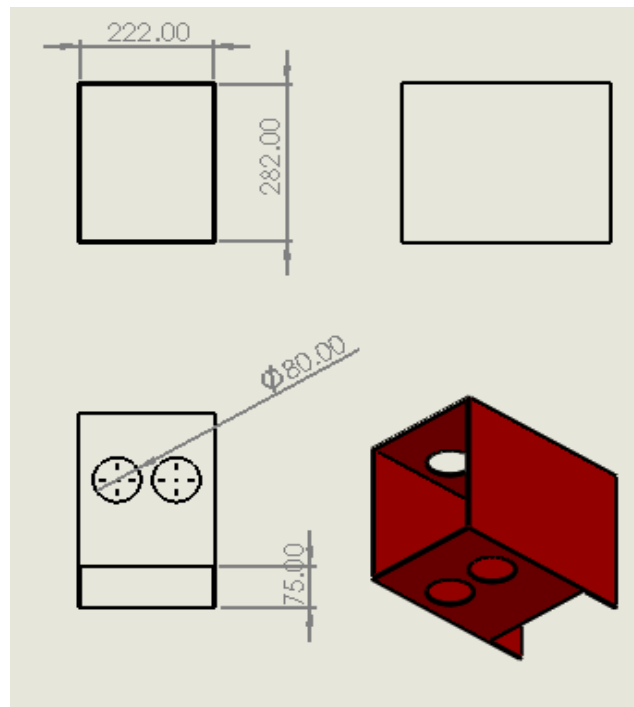
Rangka yang terdapat pada alat pemecah berfungsi sebagai dudukan bagi bodi pemecah agar dapat berdiri dengan kuat.



Gambar 4.1 Dimensi rangka pemecah

2. Bodi

Bodi yang terdapat pada alat pemecah berguna untuk pelindung bagi alat pemecah.



Gambar 4.2 Dimensi bodi pemecah

Kapasitas Mesin Pemecah

Rata – rata waktu pengujian

$$\text{Rata – rata} = \frac{\text{waktupercobaan1} + \text{waktupercobaan2} + \text{waktupercobaan3}}{3}$$

$$= \frac{15 + 21 + 27}{3} = 21 \text{ second}$$

Berat tempurung yang dibakar = 1,5 kg + 2,1 kg + 2,7 kg = 6,3 kg

Waktu rata – rata = 21 second

$$\text{Maka kapasitas mesin} = Q = \frac{m}{t} = \frac{6.3 \text{ kg}}{21 \text{ s}} = 0.3 \text{ Kg/s}$$

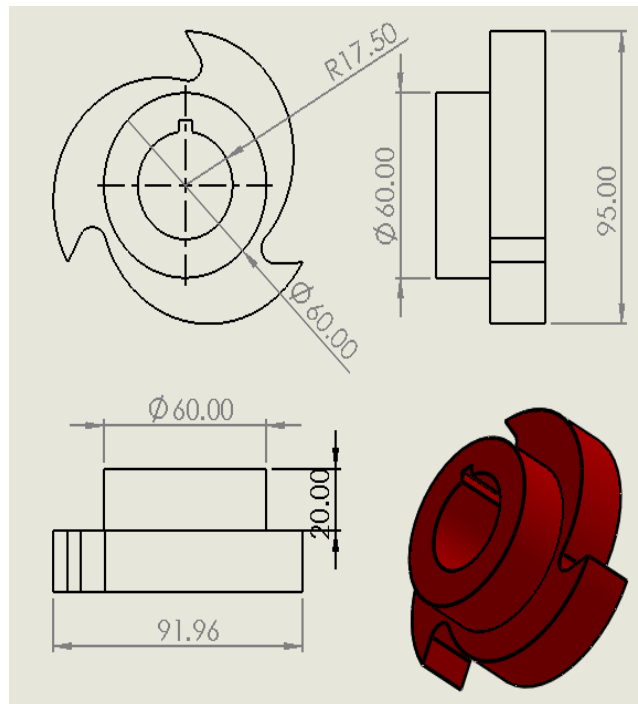
$$= 0,3 \text{ kg} \times 3600(\text{jam})$$

= 1080 kg/jam

Jadi kapasitas rata-rata pemecah tempurung kelapa adalah 1080 kg/jam.

3. Mata pisau

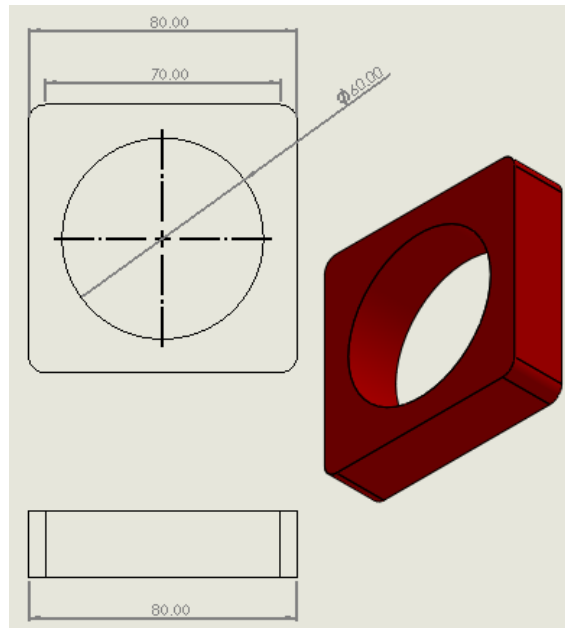
Mata pisau pada alat pemecah berguna sebagai komponen untuk memecahkan tempurung kelapa yang mempunyai diameter 95 mm.



Gambar 4.3 Dimensi mata pisau

4. *House bearing*

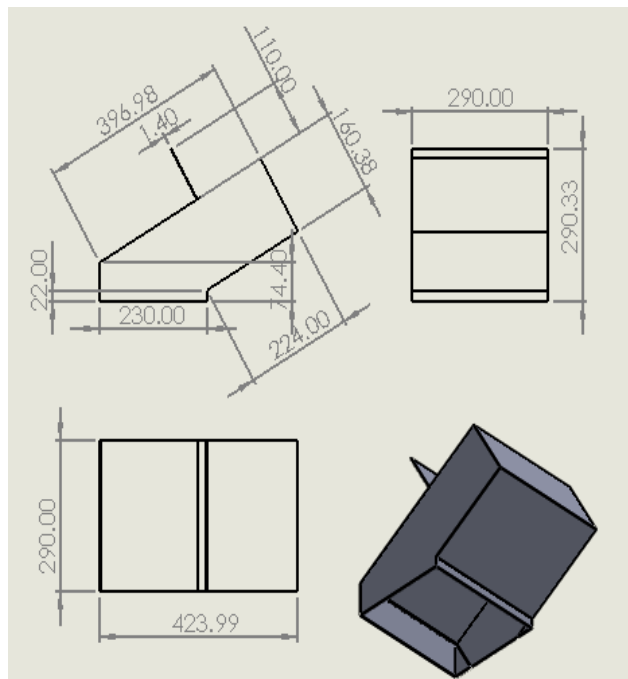
Houses bearing adalah tempat yang digunakan untuk meletakkan *bearing* yang berukuran 8 cm x 8 cm.



Gambar 4.4 Dimensi house bearing

5. Corong masuk

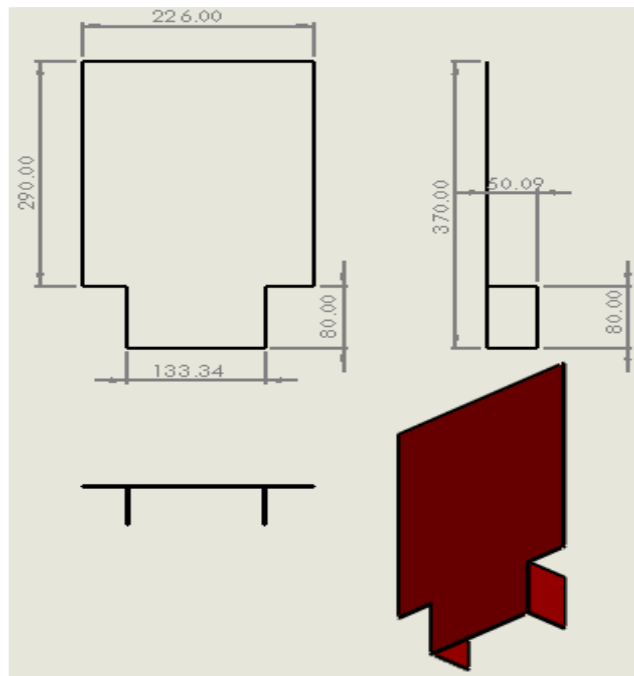
Corong masuk pada alat pemecah digunakan sebagai tempat masuknya bagi tempurung kelapa untuk dipecahkan.



Gambar 4.5 Dimensi corong masuk

6. Corong Keluar

Corong keluar adalah komponen yang digunakan sebagai tempat keluarnya tempurung kelapa setelah dipecahkan.



Gambar 4.6 Dimensi corong keluar

C. Analisis Perancangan Transisi

1. Perhitungan Daya

Daya motor yang akan digunakan pada mesin pemecah tempurung kelapa untuk dijadikan arang adalah 2 Hp dengan putaran 1.400 rpm.

$$T = w \times (Nm) T = 3000 \times 2m T = 3N \times 2m$$

$$T = 6 \text{ N/m}$$

$$P = \frac{2 \times \pi \times n \times T}{60}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 1400 \times 6}{60}$$

$$= 879,2 \text{ N/m}$$

2. Perencanaan *Pulley*

a. Perencanaan *pulley* mesin ke *pulley* atas

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{1400}{n_2} = \frac{76,2}{228,6}$$

$$n_2 = 466,66 \text{ Rpm}$$

Jadi, putaran yang dihasilkan adalah 466.66 rpm

b. Rasio roda gigi 1 dan roda gigi 2

Rasio roda gigi (N) = Jumlah gigi pada roda gigi besar (N1) / Jumlah gigi pada roda gigi kecil (N2). Dikarenakan jumlah roda gigi yang 1 dan 2 yang terdapat pada mesin pemecah tempurung sama-sama berjumlah 36 gigi, maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$N = 36 : 36$$

$$= 1$$

Jadi, Kedua roda gigi akan bergerak dengan kecepatan yang sama.

3. Perencanaan *V-belt*

$$L = 2C + (\pi/2) * (D_1 + D_2) + ((D_2 - D_1)^2) / (4C)$$

$$L = 2 \times 278,37 + (3,14/2) * (76,2 + 228,6) + ((228,6 - 76,2)^2) / (4 \times 278,37)$$

$$L = 556,74 + (1,57) * (304,8) + ((152,4)^2) / (4 \cdot 278,37)$$

$$L = 556,7 + 478,53 + ((23.225.76) / (1.113,48))$$

$$L = 556,7 + 478,53 + 20,85$$

$$L = 1056,12 \text{ MM}$$

$$L = 105,612 \text{ CM}$$

Jadi, panjang *v-belt* adalah 105,612 cm

D. Hasil Pengujian

1. Waktu dan Tempat

Hari/Tanggal = 28 Oktober 2023

Tempat = *Workshop* Fabrikasi Jurusan Teknik Mesin

2. Pengujian Alat

a. Tujuan Pengujian

Adapun tujuan dilakukan pengujian mesin pencetak briket arang kelapa ini adalah untuk mengetahui berapa tingkat efisiensi dari mesin ini sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat, apakah hasil dari pengujian alat praktek ini berjalan sempurna dan hasil sesuai dengan yang diharapkan.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan proses pengujian ini adalah :

- a) Memeriksa kondisi motor (sumber penggerak) apakah dalam keadaan baik.
- b) Memeriksa apakah *pulley* sudah terpasang dengan kuat pada motor.
- c) Apakah sabuk *V-belt* sudah terpasang dengan baik pada puli motor dan puli pada poros.
- d) Memeriksa baut dan mur apakah sudah erat pada semua komponen alat.
- e) Memeriksa kondisi roda gigi apakah sudah dilumasi dengan baik atau belum.

b. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dipergunakan pada pengujian ini antara lain

1. *Stopwatch*
2. Timbangan
3. Tempurung Kelapa

c. Hasil

Langkah pertama yang dilakukan adalah memecahkan tempurung menggunakan crusher / pengancur, maka didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4. Tabel Hasil Pengujian

No	Banyak Tempurung	Waktu	Hasil Yang Didapat(Kg)
1	5	15 s	1.5 Kg
2	7	21 s	2.1 Kg
3	9	27 s	2.7 Kg

Keterangan :

Dalam Percobaan pertama dilakukan pengujian pada crusher didapatkan hasil yang menunjukkan jika 5 buah tempurung yang dimasukkan akan memakan waktu 15 detik untuk dipecahkan dan memiliki berat 1,5 Kg. Dalam percobaan kedua dimasukkan 7 buah tempurung akan memakan waktu 21 detik dan memiliki berat 2,1 Kg. Percobaan ketiga dilakukan dengan memasukkan 9 buah tempurung yang memakan waktu 27 detik dan memiliki berat 2,7 Kg.

Dari ketiga percobaan tersebut didapatkan hasil dengan rata-rata panjang sebagai berikut :



Gambar 4.7 Ukuran tempurung setelah dipecahkan



Gambar 4.8 Hasil setelah dipecahkan

E. Keuntungan dan Kekurangan

Keuntungan dari alat pemecah tempurung kelapa ini adalah tidak membutuhkan tenaga besar dan waktu yang lama untuk mendapatkan hasil pecahan tempurung kelapa sebelum dibakar menjadi arang.

Kekurangan dari alat pemecah tempurung kelapa ini adalah jarak antara mata pisau pemecah terlalu jauh sehingga ada bagian tempurung yang tidak dapat dipecahkan.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan perencanaan dan hasil pengujian mesin pemecah tempurung kelapa, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan mesin pemecah tempurung kelapa menggunakan *software Solidworks 2020*.
2. Pada proses perancangan, pembuatan dan perakitan pada alat pemecah tempurung kelapa juga terdapat kekurangan pada tiap prosesnya sehingga menyebabkan kurang maksimal pada kinerja alat.
3. Prinsip kerja alat pemecah tempurung kelapa adalah motor listrik sebagai penggerak utama yang menggerakkan puli pada motor, lalu dengan menggunakan v-belt menggerakkan puli pada poros pertama, sedangkan antara poros pertama dan poros kedua digerakan menggunakan dua buah roda gigi sehingga putarannya berlawanan arah. Pada poros terdapat mata pisau yang akan memecahkan tempurung kelapa.

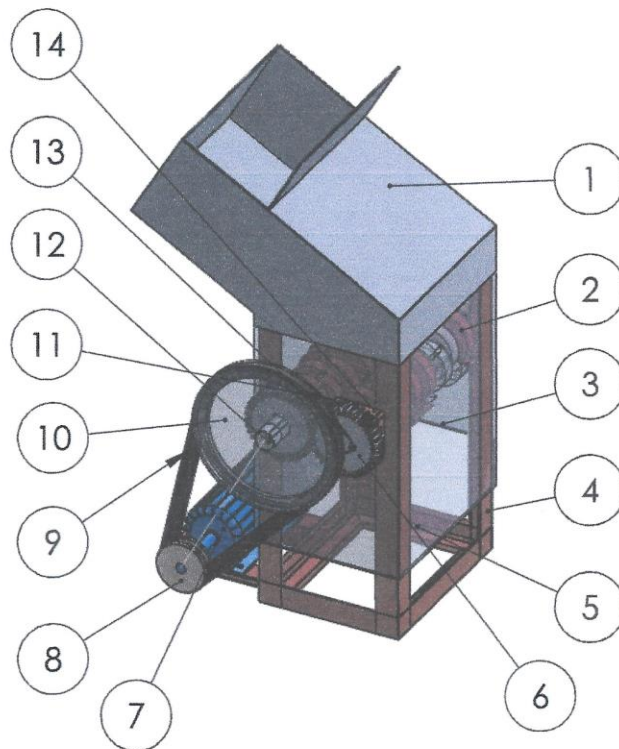
B. Saran

Berdasarkan dari perencanaan, pembuatan, dan pengujian alat maka perlu diperhatikan saran-saran berikut ini :

1. Disarankan agar jarak antara mata pisau pemecah lebih didekatkan lagi agar hasil dari pecahan tempurung tidak terlalu besar.
2. Disarankan agar membuat rumah untuk roda gigi supaya lebih aman saat mesin beroperasi.

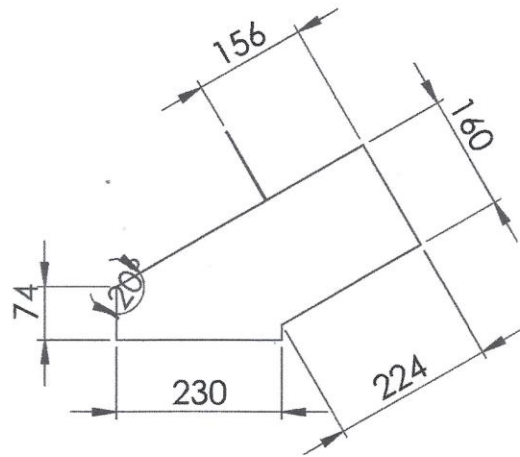
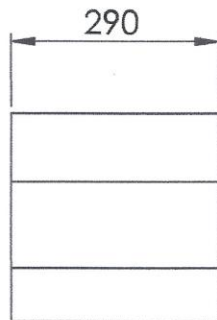
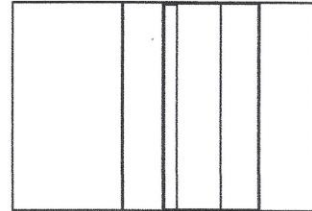
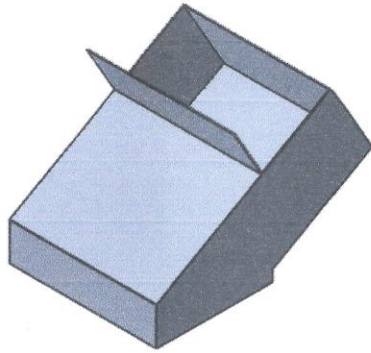
DAFTAR PUSTAKA

- Budi, E. (2011). Tinjauan proses pembentukan dan penggunaan arang tempurung kelapa sebagai bahan bakar. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(4).
- Publishing House Sularso 1997, Elemen Mesin, Prasya Pramita, Jakarta.
- Sularso dan Suga, Kiyokatsu. 2004. Dasar-dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta : PT . Prasya Paramita.
- Universitas Negeri Padang .Buku Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Skripsi / Tugas Akhir dan Proyek Akhir 2016, Padang : FT.
- Universitas Negeri Padang. 2017. “Panduan Penulisan Tugas Akhir Universitas Negeri Padang”. Padang : Universitas Negeri Padang
- Yokasing, Y., Kosat, E. T., Abdullah, A., & Pangalinan, A. (2021). RANCANG BANGUN TEKNOLOGI PEMBUATAN ARANG TEMPURUNG KELAPA CACAHAN. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 6-11.

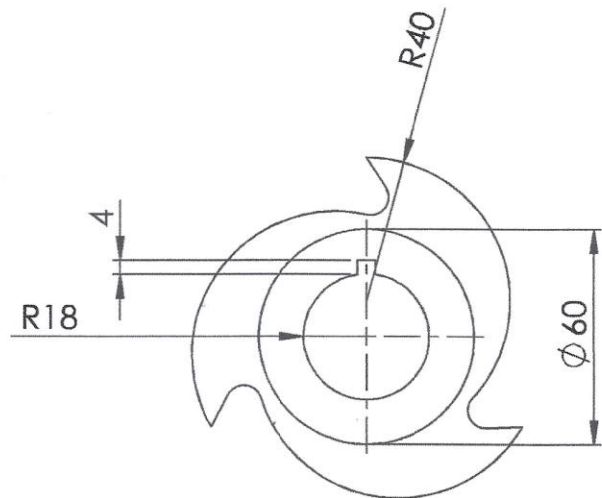
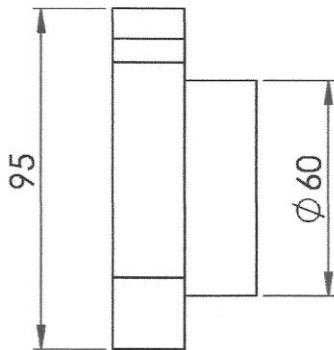
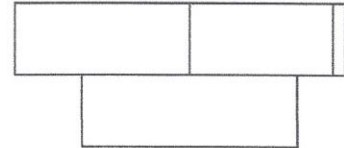
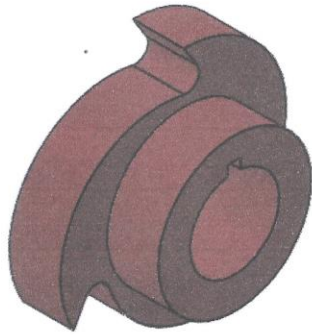


No.	Part Number	Description
1	CB-03-01	CORONG MASUK
2	CB-03-02	MATA PISAU
3	CB-03-03	BODI
4	CB-03-04	RANGKA
5	CB-03-05	CORONG KELUAR
6	CB-03-06	RODA GIGI
7	CB-03-07	MOTOR LISTRIK
8	CB-03-08	PULLEY 1
9	CB-03-09	V-BELT
10	CB-03-10	PULLEY 2
11	CB-03-11	BEARING
12	CB-03-12	POROS 1
13	CB-03-13	POROS 2
14	CB-03-14	HOUSE BEARING

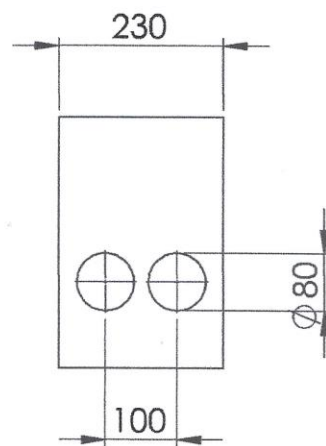
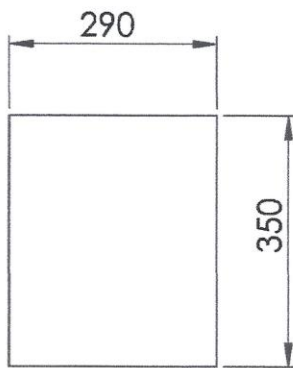
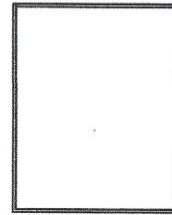
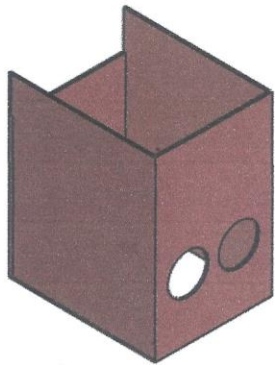
A4	<i>diameter are in milimeter</i>	UNIVERSITAS NEGERI PADANG <i>Department of Mechanical Engineering</i>
	<i>4 November 2023</i>	
CRUSHER / PENGHANCUR		MESIN PENGOLAH TEMPURUNG KELAPA MENJADI ARANG
<i>dwg no.</i>	<i>CB-03</i>	<i>digambar</i> ADRIL
<i>skala</i>	<i>1 : 10</i>	<i>diperiksa</i>



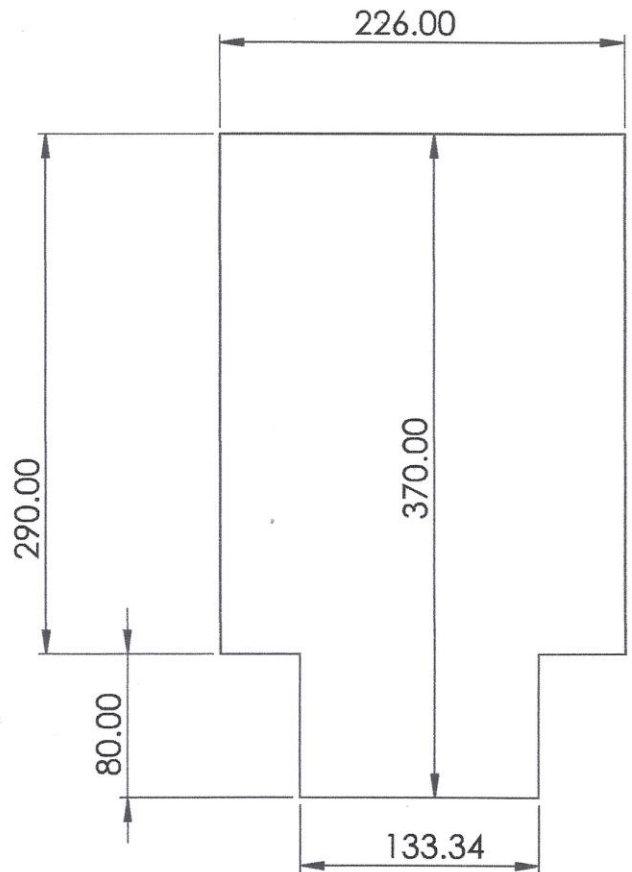
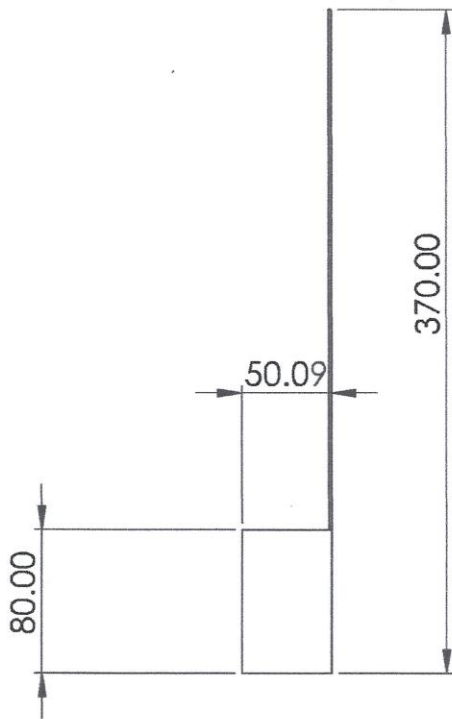
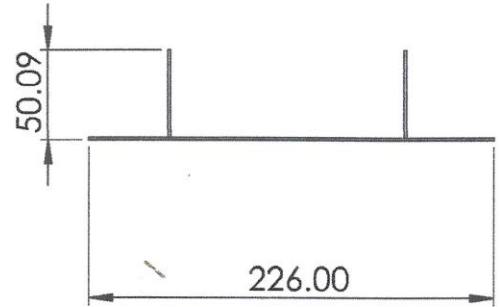
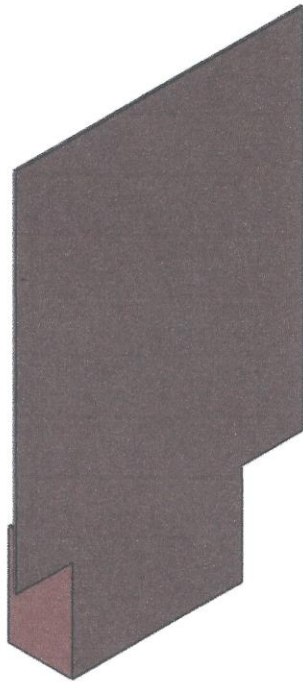
A4	diameter are in milimeter	UNIVERSITAS NEGERI PADANG Department of Mechanical Engineering	
	4 November 2023		
CORONG INPUT		MESIN PENGOLAH TEMPURUNG KELAPA MENJADI ARANG	
dwg no.	CB-07	digambar	ADRIL
skala	1: 10	diperiksa	



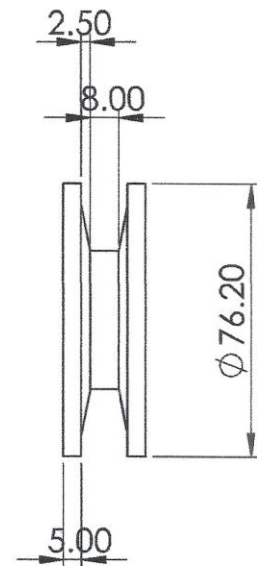
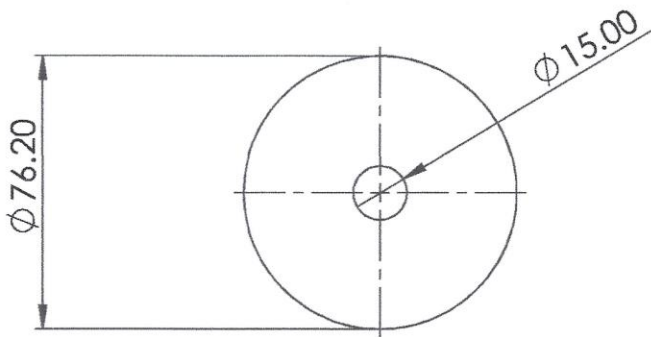
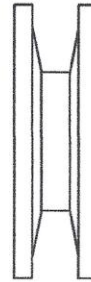
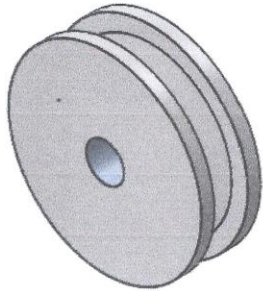
A4	diameter are in milimeter	UNIVERSITAS NEGERI PADANG Department of Mechanical Engineering	
	4 November 2023		
MATA PISAU		MESIN PENGOLAH TEMPURUNG KELAPA MENJADI ARANG	
dwg no.	CB-07	digambar	ADRIL
skala	1:3	diperiksa	



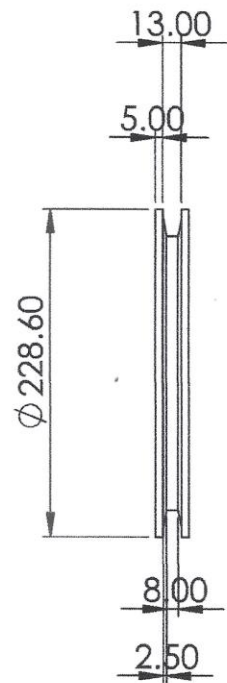
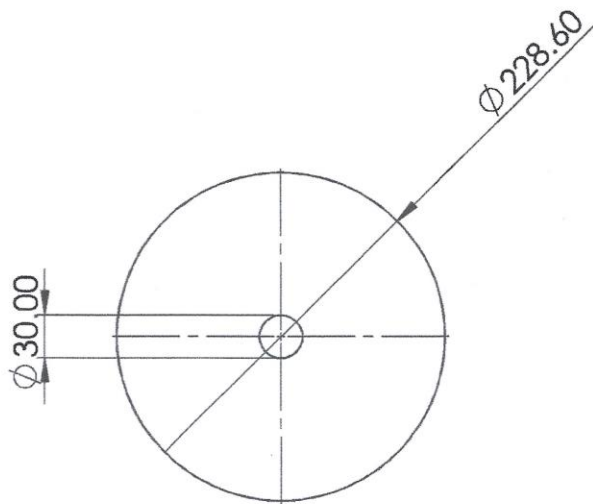
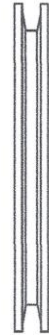
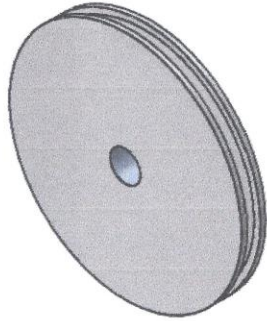
A4	diameter are in milimeter	UNIVERSITAS NEGERI PADANG Department of Mechanical Engineering	
	4 November 2023		
BODI PEMECAH		MESIN PENGOLAH TEMPURUNG KELAPA MENJADI ARANG	
dwg no.	CB-07	digambar	ADRIL
skala	1: 10	diperiksa	



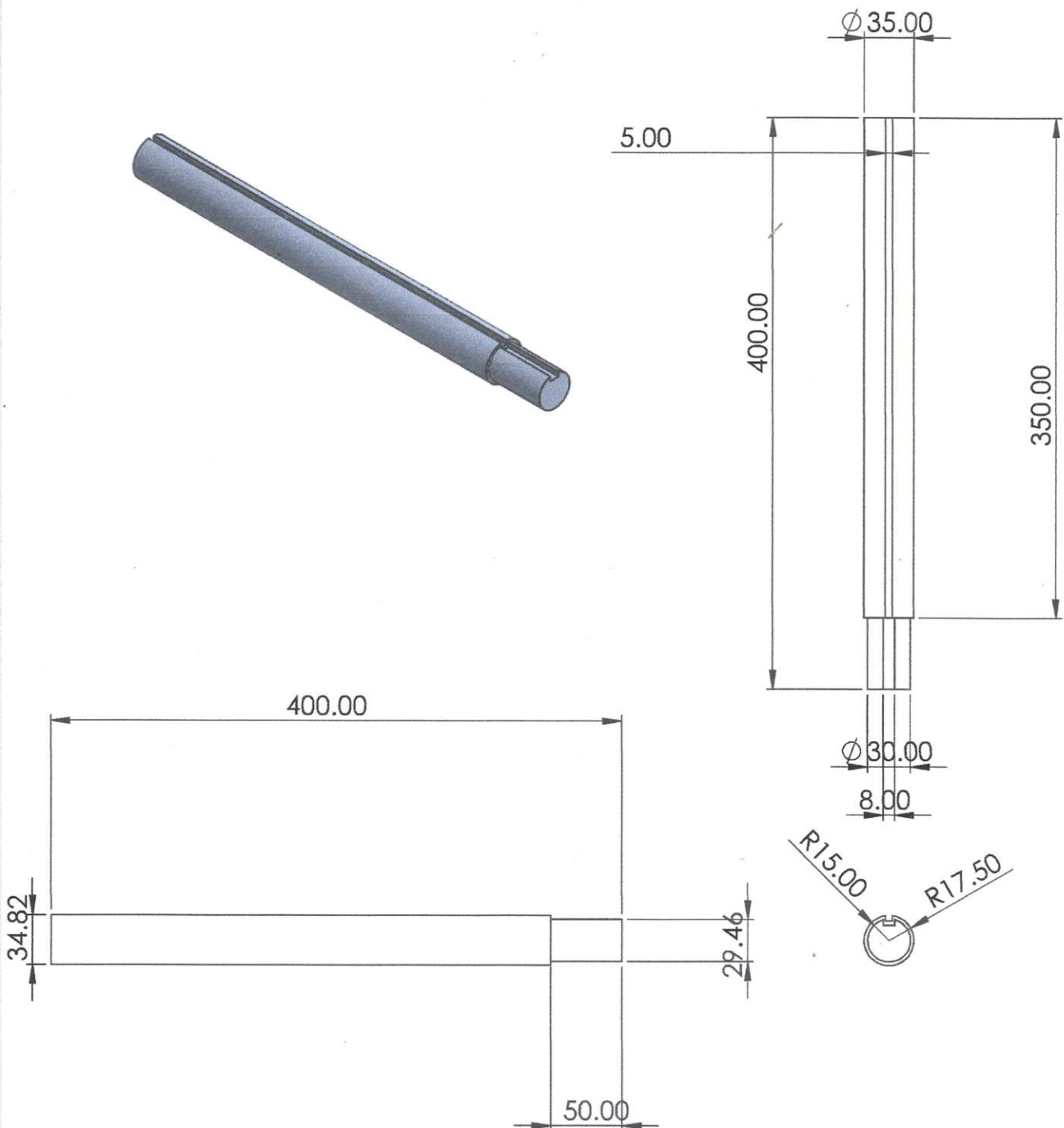
A4	diameter are in milimeter	UNIVERSITAS NEGERI PADANG Department of Mechanical Engineering	
	4 November 2023		
CORONG KELUAR		MESIN PENGOLAH TEMPURUNG KELAPA MENJADI ARANG	
dwg no.	CB-07	digambar	ADRIL
skala	1: 4	diperiksa	



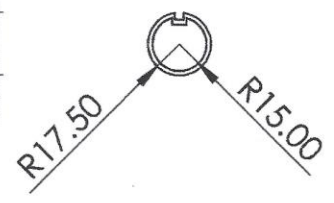
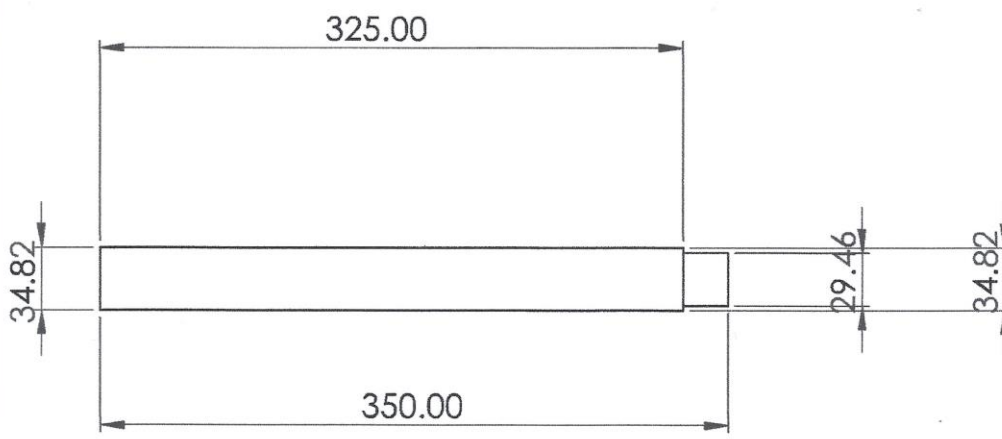
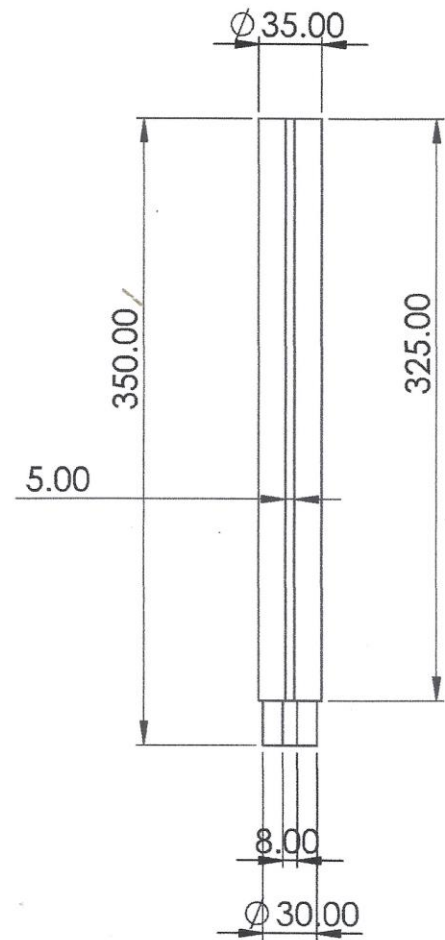
A4	diameter are in milimeter	UNIVERSITAS NEGERI PADANG Department of Mechanical Engineering	
	4 November 2023		
PULLEY 1		MESIN PENGOLAH TEMPURUNG KELAPA MENJADI ARANG	
dwg no.	CB-07	digambar	ADRIL
skala	1:2	diperiksa	



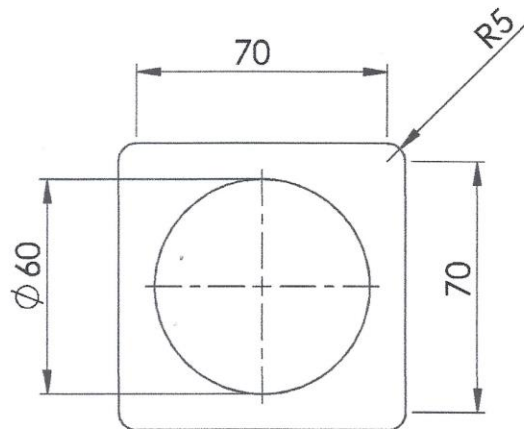
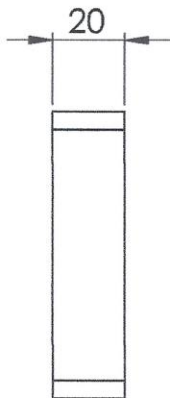
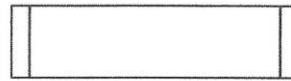
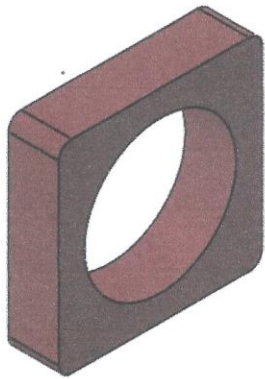
A4	diameter are in milimeter	UNIVERSITAS NEGERI PADANG Department of Mechanical Engineering	
	4 November 2023		
PULLEY 2		MESIN PENGOLAH TEMPURUNG KELAPA MENJADI ARANG	
dwg no.	CB-07	digambar	Adril
skala	1: 5	diperiksa	



A4	diameter are in milimeter	UNIVERSITAS NEGERI PADANG Department of Mechanical Engineering	
	4 November 2023		
POROS 1		MESIN PENGOLAH TEMPURUNG KELAPA MENJADI ARANG	
dwg no.	CB-07	digambar	ADRIL
skala	1: 4	diperiksa	



A4	diameter are in milimeter	UNIVERSITAS NEGERI PADANG Department of Mechanical Engineering	
	4 November 2023		
POROS 2		MESIN PENGOLAH TEMPURUNG KELAPA MENJADI ARANG	
dwg no.	CB-07	digambar	ADRIL
skala	1: 4	diperiksa	



A4	diameter are in milimeter	UNIVERSITAS NEGERI PADANG Department of Mechanical Engineering	
	4 November 2023		
HOUSE BEARING		MESIN PENGOLAH TEMPURUNG KELAPA MENJADI ARANG	
dwg no.	CB-07	digambar	ADRIL
skala	1:2	diperiksa	



LEMBARAN KONSULTASI PROYEK AKHIR

Nama/NIM : Adril Meikal / 20072004
Program Studi : D3 Teknik Mesin
Pembimbing : Dr. Waskito, M.T.
Judul : "Rancang Bangun Alat Pemecah Tempurung Kelapa"

No	Hari, Tanggal	Uraian Konsultasi	T. Tangan Pembimbing
1	21 Juli 2023	- Perbaikan latar belakang	W
2	23 Juli 2023	- Perbaikan identifikasi masalah - Perbaikan batasan masalah - Perbaikan rumusan masalah	W
3	28 Juli 2023	- Perbaikan kajian teori	W
4	30 Juli 2023	- Menambahkan teori poros dan roda gigi	W
5	4 Agustus 2023	- Perbaikan tata tulis dan tata letak gambar pada BAB II	W
6	7 Agustus 2023	- Menambahkan teori Perencanaan pada BAB III	W
7	10 Agustus 2023	- Memperbaiki diagram alir	W
8	18 Agustus 2023	- Perbaikan tata tulis dan penomoran halaman pada BAB IV	W

No	Hari, Tanggal	Uraian Konsultasi	T. Tangan Pembimbing
9	29 Agustus 2023	- Mem Perbaiki hasil Perancangan Corong Input dan Corong output	us
10	7 September 2023	- Memperbaiki hasil Perancangan Bangko dan badi	us
11	22 September 2023	- Perbaikan tata tulis BAB IV	us
12	29 September 2023	- Perbaikan tata tulis BAB V	us
13	6 Oktober 2023	- Perbaikan kesimpulan dan saran	us
14	11 Oktober 2023	- Perbaikan daftar isi	us
15	1 November 2023	- Perbaikan bahasa dan penulisan, daftar pustaka, dokumentasi dan lampiran	us
16		- ACC laporan proyek akhir	us

Padang, 08 November 2023
Kepala Departemen,



Dr. Eko Indrawan, S.T., M.Pd.
NIP. 19800114 201012 1 001