

RANCANGAN MESIN PENEPUNG BIJI SORGUM

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh :

Muzahidin NIM : 0021753

Panji Raharja NIM : 0011750

Zulianti NIM : 0011760

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2020

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANGAN MESIN PENEPUNG BIJI SORGUM

Oleh:

Muzahidin / NIM : 0021753

Panji Raharja / NIM : 0011750

Zulianti / NIM : 0011760

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan

Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



(Robert Napitupulu, M.T.)

Pembimbing 2



(Eko Yudo, M.T.)

Penguji 1




(Yudi Oktriadi, M. Eng.)

Penguji 2



(Adhe Anggry, M.T.)

Penguji 3



(Hasdiansah, M. Eng.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Muzahidin NIM : 0021753




Nama Mahasiswa 2 : Panji Raharja NIM : 0011750

Nama Mahasiswa 3 : Zulianti NIM : 0011760

Dengan Judul : Rancangan Mesin Penepung Biji Sorgum

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 10 September 2020

Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1. Muzahidin	
2. Panji Raharja	
3. Zulianti	

ABSTRAK

Sorgum merupakan salah satu jenis tanaman yang dibudidayakan di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, tepatnya di IKM Difabel Sorghum. Hasil olahan sorgum pada IKM Difabel Sorghum salah satunya adalah tepung sorgum. Untuk proses penepungan biasanya IKM ini mengirim biji sorgum yang akan dijadikan tepung ke luar kota karena tidak adanya mesin penepung yang cocok digunakan untuk menepung biji sorgum. Berdasarkan masalah tersebut maka tujuan dari proyek akhir ini adalah membuat rancangan mesin penepung biji sorgum dengan metode VDI 2222, merencanakan mekanisme pergerakan sistem mesin penepung biji sorgum dan membuat operational plan (OP) pembuatan komponen mesin, proses perakitan mesin dan perawatan mesin penepung biji sorgum. Metode perancangan mesin penepung biji sorgum menggunakan metode VDI 2222 dan merencanakan mekanisme pergerakan sistem mesin menggunakan software Autodesk Inventor. Dari perancangan yang dilakukan, yang pertama adalah terealisasinya rancangan mesin penepung biji sorgum dengan metode VDI 2222 dengan hasil rancangan berupa sistem penepung tipe disk mill, motor AC dengan daya 0,5 hp, transmisi puli dan sabuk, dimensi mesin 80x50x60 cm dan pengayak yang digunakan adalah pengayak eksternal dengan tingkat kehalusan mesh 70, kedua terealisasinya mekanisme pergerakan sistem penepung biji sorgum menggunakan software Autodesk Inventor dengan output berupa gambar kerja mesin penepung biji sorgum dan beban kritis yang diterima oleh komponen mesin penepung biji sorgum serta terealisasinya OP pembuatan komponen mesin, proses perakitan mesin dan perawatan mesin penepung biji sorgum.

Kata kunci : *sorgum, penepung, mekanisme, VDI 2222*

ABSTRACT

Sorghum is a type of plant that is cultivated in the Province of Bangka Belitung Islands, to be precise at IKM Difabel Sorghum. One of the processed sorghum at the IKM Difabel Sorghum is sorghum flour. For the flouring process, these IKM usually send sorghum seeds to be used as flour out of the city because there is no flouring machine suitable for flouring sorghum seeds. Based on these problems, the objectives of this final project are to design a sorghum seed flouring machine using the VDI 2222 method, plan the mechanism for the movement of the sorghum seed flouring machine system and create an operational plan (OP) for the manufacture of engine components, the machine assembly process and maintenance of sorghum seed flouring machines. The method of designing a sorghum seed flour machine using the VDI 2222 method and planning the movement mechanism of the machine system using Autodesk Inventor software. From the design carried out, the first is the realization of the sorghum seed flouring machine design with the VDI 2222 method with the design results in the form of a disk mill type penepung system, an AC motor with 0.5 horse power, transmission is pulley and belt, engine dimensions 80x50x60 cm and the sieving used is an external sieve with a mesh 70, the secondly realization of the sorghum seed flouring system movement mechanism using Autodesk Inventor software with output in the form of a working drawing of the sorghum seed flouring machine and the critical load received by the sorghum seed milling machine components and the realization of the operational plan for the manufacture of machine components, the assembly process machines and maintenance of sorghum seed flour machines.

Keywords : *sorghum, flour, mechanism, VDI 2222*

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan mengucapkan alhamdulillah rabbil 'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah Suhanahu Wata'ala karena atas limpahan nikmat dan rahmat-Nya laporan yang diberi judul "**Rancangan Mesin Penepung Biji Sorgum**" ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan oleh institusi.

Laporan proyek akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III di Politeknik Negeri Bangka Belitung. Laporan ini berisikan hasil penelitian yang penulis laksanakan selama program proyek akhir berlangsung.

Laporan proyek akhir ini disusun berdasarkan aturan-aturan yang tercantum di dalam buku pedoman proyek akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Laporan proyek akhir ini dapat terselesaikan dengan adanya usaha dan kerja tim yang baik serta bimbingan, saran, informasi, motivasi dan kritik dari berbagai pihak yang tentunya sangat diharapkan dalam penyelesaian proyek akhir ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, di antaranya:

1. Orang tua, keluarga, tim proyek akhir dan teman-teman yang telah banyak memberikan doa dan dukungan.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Robert Napitupulu, S.ST., M.T. selaku pembimbing pertama.
4. Bapak Eko Yudo, S.ST., M.T. selaku pembimbing kedua.
5. Dewan penguji proyek akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Komisi proyek akhir dan seluruh staf dosen Jurusan Teknik Mesin.
7. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Diploma III Polman Negeri Bangka Belitung serta seluruh pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahannya. Oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang positif dan bersifat membangun dari pembaca. Mudah-mudahan laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih. Wassalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Sungailiat, 10 September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Proyek Akhir	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1. Tanaman Sorgum	4
2.2. Metode Perancangan VDI 2222	6
2.3. Simulasi Pergerakan Sistem	15
2.4. Pembuatan OP, Perakitan dan Perawatan.....	17
BAB III METODE PELAKSANAAN.....	20
3.1. Tahapan-tahapan Pelaksanaan.....	20
3.1.1. Pengumpulan Data	21
3.1.2. Analisis/Merencana.....	21
3.1.3. Mengkonsep	21
3.1.4. Merancang.....	21
3.1.5. Penyelesaian	22
3.1.6. Membuat Simulasi Pergerakan Sistem.....	22

3.1.7.	Pembuatan OP, Perakitan Komponen dan Perawatan.....	22
BAB IV PEMBAHASAN.....		23
4.1.	Tahapan-tahapan Pelaksanaan.....	23
4.1.1.	Merencana/menganalisa.....	23
4.1.2.	Mengkonsep.....	23
4.1.2.1.	Daftar Tuntutan.....	24
4.1.2.2.	Analisa Fungsi Bagian.....	24
4.1.2.3.	Alternatif Sub-Fungsi Bagian.....	26
4.1.2.4.	Kombinasi Fungsi Bagian.....	29
4.1.2.5.	Varian Konsep.....	29
4.1.2.6.	Keputusan Akhir.....	33
4.1.3.	Merancang.....	34
4.1.3.1.	Perhitungan Elemen-elemen yang digunakan.....	34
4.1.3.2.	Perhitungan Langkah Pengayak.....	44
4.1.3.3.	Kontrol Tegangan pada Komponen Kritis.....	44
4.1.4.	Penyelesaian.....	47
4.2.	Simulasi Pergerakan Sistem.....	47
4.3.	Pembuatan OP, Perakitan Komponen dan Perawatan.....	51
4.3.1.	Pembuatan OP.....	51
4.3.2.	Perakitan Mesin.....	71
4.3.3.	Perawatan Mesin.....	72
BAB V PENUTUP.....		73
5.1.	Kesimpulan.....	73
5.2.	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....		74
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Komposisi Nutrisi Biji Sorgum.....	5
2.2. Komposisi Gizi Biji Sorgum dalam 100 gram.....	5
2.3. Skala Penilaian Varian Konsep.....	7
4.1. Daftar Tuntutan	24
4.2. Deskripsi Sub-Fungsi Bagian Mesin.....	26
4.3. Alternatif Sub-Fungsi <i>Hopper Input</i>	27
4.4. Alternatif Sub-Fungsi Sistem Penampung	27
4.5. Alternatif Sub-Fungsi Ayakan	28
4.6. Alternatif Sub-Fungsi <i>Hopper Output</i>	28
4.7. Kotak Morfologi	29
4.8. Penilaian Variasi Konsep	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Sorgum	1
2.1. Tanaman Sorgum	4
2.2. Motor AC	8
2.3. Puli dan Sabuk	10
2.4. Poros.....	12
2.5. Perintah <i>Place</i>	15
2.6. Perintah <i>Inventor Studio</i>	16
2.7. Perintah <i>Animation Timeline</i>	16
2.8. Perintah <i>Animate Constrains Angle</i>	16
2.9. Perintah <i>Render Animation</i>	17
2.10. Skema Perawatan	18
3.1. Metode Pelaksanaan.....	20
4.1. Tahapan Perancangan VDI 2222	23
4.2. Diagram <i>Black Box</i>	25
4.3. Diagram Fungsi Mesin Penepung Biji Sorgum	25
4.4. Diagram Sub-Fungsi Bagian	25
4.5. Varian Konsep 1.....	30
4.6. Varian Konsep 2.....	31
4.7. Varian Konsep 3.....	32
4.8. Draft	33
4.9. DBB	41
4.10. Penyelesaian DBB.....	42
4.11. Simulasi Pembebanan pada Poros Mata Potong	45
4.12. Simulasi Pembebanan pada Poros Ayakan	46
4.13. Perintah <i>Place</i>	47
4.14. Perintah <i>Inventor Studio</i>	48
4.15. Perintah <i>Animation Timeline</i>	48

4.16. Perintah <i>Animate Constrains Angle:1</i>	49
4.17. Perintah <i>Animate Constrains Angle:2</i>	49
4.18. Perintah <i>Render Animation</i>	50
4.19. <i>Render Output</i>	50
4.20. <i>Hopper Input</i>	51
4.21. <i>Hopper Output</i>	53
4.22. Tutup <i>Housing</i>	54
4.23. <i>Housing</i>	57
4.24. Poros Mata Potong	60
4.25. Poros Ayakan	61
4.26. Rangka	63
4.27. Sistem Penepung	65
4.28. Ayakan	67
4.29. Eksentrik 1	68
4.30. Eksentrik 2	70

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2: Perawatan Mesin
- Lampiran 3: Tabel Poros, Puli dan Sabuk
- Lampiran 4: Parameter Fisik Biji Sorgum
- Lampiran 5: Gambar Susunan
- Lampiran 6: Gambar Bagian
- Lampiran 7: Gambar *Assembly*
- Lampiran 8: Gambar Proses Perakitan
- Lampiran 9: Surat Pernyataan dari Ketua IKM

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Sorgum (*Sorghum* spp.) adalah tanaman serbaguna yang dapat digunakan sebagai sumber pangan, pakan ternak dan bahan baku industri. Sebagai bahan pangan, sorgum berada pada urutan ke-5 setelah gandum, jagung, padi dan jelai. Untuk mengurangi konsumsi beras, pemerintah Indonesia melakukan upaya diversifikasi pangan, dimana salah satu sereal potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti beras dan memiliki kandungan gizi yang tinggi adalah sorgum. Sorgum dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Sorgum

Bangka Belitung termasuk salah satu provinsi di Indonesia yang sedang dalam penggalakkan penanaman sorgum. Berdasarkan data BANGKAPOS, Desa Beruas Kecamatan Kelapa bisa dikatakan sebagai desa pertama di Kabupaten Bangka Barat dan Provinsi Bangka Belitung yang mengembangkan dan membudidayakan sorgum sejak tahun 2016. Produk hasil olahan sorgum di antaranya yaitu tepung, gula, sirup, bioetanol, kerajinan tangan, pati dan sebagainya. Sebelum menjadi tepung, sorgum harus melalui lima tahapan proses, yaitu pemanenan, perontokan, pengeringan, penyosohan dan penepungan. Salah satu Industri Kecil dan Menengah (IKM) yang merupakan industri pengolahan berbahan baku sorgum yang ada di kota Sungailiat adalah Difabel Sorghum. IKM ini bekerja

sama dengan petani desa, yang di antaranya petani desa Bedukang, Tutut dan Teluk Uber. Luas lahan sorgum yang ada di desa Bedukang dan Tutut \pm 1 hektar dan Teluk Uber \pm 0,5 hektar. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di IKM Difabel Sorghum, proses penepungan sorgum terdapat berbagai kendala, salah satunya yaitu proses penepungannya tidak dilakukan di tempat tersebut melainkan harus dikirim ke Jakarta karena tidak adanya mesin penepung yang cocok digunakan untuk menepung sorgum. Dari hasil observasi tentang mesin penepung yang ada di pasaran, mesin tersebut memiliki kapasitas yang kecil yaitu 10 kg/jam dan tepung yang dihasilkan tidak halus karena sebagian besar yang dihasilkan adalah beras dengan perbandingan antara beras dan tepung adalah 70:30 persen.

Beberapa penelitian terkait mesin penepung telah banyak dilakukan oleh orang-orang, di antaranya Arustiarso, dkk. (2018) yang berjudul Pengembangan dan Uji Unjuk Kerja Mesin Penepung Sorgum dengan kapasitas 200 kg/jam, menyatakan bahwa hasil uji coba dari mesin ini yaitu menggunakan motor 11,5 Hp dan Rpm 600, tepung yang dihasilkan 85 % dari 200 kg biji sorgum yang diproses dengan tingkat kehalusan *mesh* 96. Sedangkan menurut jurnal penelitian Kaltika, dkk. (2008) yang berjudul Uji Performasi Mesin Penepung Tipe *Disk* menyatakan bahwa hasil uji coba mesin menggunakan rpm 5700 saringan *mesh* 80 menghasilkan kapasitas 20,43 kg/jam dengan menggunakan motor listrik 3 phasa.

Untuk membantu mempermudah IKM Difabel Sorghum, sebagai Mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung ingin memanfaatkan perkembangan teknologi dan informasi untuk membuat rancangan “mesin penepung biji sorgum” dengan perbandingan antara tepung dan beras yang dihasilkan 80:20 persen dengan perkiraan dimensi yang kecil sehingga tidak memerlukan ruangan khusus.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan pada latar belakang, rumusan dari permasalahan pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat rancangan mesin penepung biji sorgum dengan metode VDI 2222?
2. Bagaimana merencanakan mekanisme pergerakan sistem penepung biji sorgum?
3. Bagaimana membuat *Operational Plan* (OP) pembuatan komponen mesin, proses perakitan mesin dan perawatan mesin penepung biji sorgum?

1.3. Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari proyek akhir ini berdasarkan perumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Membuat rancangan mesin penepung biji sorgum dengan metode VDI 2222.
2. Merencanakan mekanisme pergerakan sistem penepung biji sorgum.
3. Membuat OP pembuatan komponen mesin, proses perakitan mesin dan perawatan mesin penepung biji sorgum.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Tanaman Sorgum

Sorgum (*Sorghum bicolor L. moench*) adalah tanaman yang sekeluarga dengan tanaman sereal lain seperti padi, jagung dan gandum. Sorgum memiliki kandungan nutrisi yang baik. Komposisi kimia dan zat gizi sorgum mirip dengan sereal lain (Fitriani, 2016). Tanaman ini adalah sereal yang berasal dari Afrika yang memiliki iklim tropis dan subtropis. Gambar 2.1. adalah tanaman sorgum.



Gambar 2.1. Tanaman sorgum

Nama ilmiah sorgum atau nama latin sorgum adalah *Sorghum bicolor (L.) Moench*. Klasifikasi tumbuhan sorgum adalah kingdom: *plantae*, sub-kingdom: *viridiplantae*, infra kingdom: *streptophyta*, super divisi: *embryophyte*, divisi: *tracheophyte*, sub-divisi: *spermatophytina*, kelas: *Magnoliopsida*, super ordo: *lilianaes*, ordo: *poales*, family: *poaceae*, genus: *sorghummoench*, spesies: *sorghum bicolor (L.) moench*.

Biji sorgum merupakan bagian dari tanaman yang memiliki ciri-ciri fisik berbentuk bulat (*flattened spherical*) dengan berat 25-55 mg (Dicko dkk. 2006). Biji sorgum berbentuk butiran dengan ukuran 4,0 x 2,5 x 3,5 mm. Berdasarkan bentuk dan ukurannya, sorgum dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu biji berukuran kecil (8-10 mg), sedang (12-24 mg) dan besar (25-35 mg). Biji sorgum

tertutup sekam dengan warna coklat muda, krem atau putih, bergantung pada varietas (Mudjisihono dan Suprpto 1987). Biji sorgum terdiri atas tiga bagian utama, yaitu lapisan luar (*coat*), embrio (*germ*) dan endosperm. Komposisi nutrisi biji sorgum dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi nutrisi biji sorgum

Bagian biji	Komposisi nutrisi (%)				
	Pati	Protein	Lemak	Abu	Serat Kasar
Biji utuh	73,8	12,3	3,60	1,65	2,2
Endosperma	82,5	12,3	0,63	0,37	1,3
Kulit biji	34,6	6,7	4,90	2,02	8,6
Lembaga	9,8	13,4	18,90	10,36	2,6

Komponen utama biji sorgum adalah pati yang tersimpan dalam bentuk granula pada bagian endosperma dengan diameter 5-25 μ m. Pada bagian endosperma dan perikarp terdapat pula *arabinosilan*, *α -glukan*, vitamin dan mineral. (Dicko, dkk. 2005). Endosperma memiliki peran penting dalam penyediaan nutrisi bagi tanaman pada awal pertumbuhan, sebelum tanaman mampu menyerap hara dari tanah (Du Plessis 2008). Endosperm umumnya berwarna putih atau kuning, warna kuning disebabkan oleh carotenoid yang merupakan penanda keberadaan vitamin A, tetapi umumnya sedikit (House 1985). Kandungan gizi pada biji sorgum dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Komposisi gizi biji sorgum dalam 100 gram

No	Komposisi gizi biji sorgum	Jumlah
1	Kadar Air (%)	12
2	Energi (Kal)	162,8
3	Karbohidrat (g)	82,6
4	Protein (g)	11,4
5	Lemak (g)	4,2
6	Serat (g)	2,5
7	Abu (g)	1,7
8	Ca (mg)	25
9	Fe (mg)	4,3
11	Vitamin B1 (mg)	0,37
12	Vitamin B2 (mg)	0,2
13	Vitamin C (mg)	4,4

Kandungan protein pada sorgum lebih tinggi dari jagung dan hampir sama dengan gandum, namun protein sorgum bebas gluten. Kandungan lemaknya lebih rendah dari jagung tetapi lebih tinggi dari gandum (Magness dkk. 1971, Prasad dan Staggenborg 2013).

2.2. Metode Perancangan VDI 2222

Metode perancangan *Verein Deutsche Ingenieuer* (VDI 2222) merupakan metode yang disusun oleh persatuan insinyur Jerman secara sistematis terhadap pendekatan faktor kondisi real dari sebuah proses. Metode perancangan VDI 2222 memiliki 4 (empat) tahapan, yaitu tahapan merencana/menganalisa, tahapan mengkonsep, tahapan perancangan dan tahapan penyelesaian.

1. Merencana/menganalisa

Analisis atau merencana merupakan suatu kegiatan dari tahap perancangan dalam mengidentifikasi suatu masalah. Kegiatan dari analisis/merencana ini adalah pemilihan pekerjaan serta penentuan kelayakan.

2. Mengkonsep

Dari tahap merencana yang telah dilakukan menjadi dasar tahap kedua, yaitu tahap perancangan konsep produk. Spesifikasi perancangan konsep berisi syarat-syarat teknis produk yang disusun dari daftar keinginan pengguna yang dapat diukur. Tahapan-tahapan mengkonsep di antaranya adalah membuat daftar tuntutan, membuat analisis fungsi bagian, membuat alternatif fungsi bagian, membuat kombinasi fungsi bagian, membuat variasi konsep dan pengambilan keputusan akhir.

a. Daftar tuntutan

Dalam tahap ini diuraikan tuntutan yang ingin dicapai dari produk yang akan dibuat. Hal yang harus dituliskan dalam daftar tuntutan di antaranya adalah tuntutan primer, tuntutan sekunder dan tuntutan tersier. Tuntutan primer adalah tuntutan utama yang harus terpenuhi oleh mesin yang akan dirancang seperti ukuran dan sebagainya, tuntutan sekunder adalah tuntutan dalam pekerjaan yang dapat digunakan sebagai titik tolak awal dari penentuan dimensi ukuran, sedangkan tuntutan tersier (keinginan) adalah tuntutan yang tidak harus dipenuhi tetapi perlu diperhatikan.

b. Analisis fungsi bagian

Hasil akhir yang ingin didapatkan pada tahap ini adalah uraian fungsi bagian mesin dan uraian penjelasannya. Untuk mencapai hal tersebut, langkah awal yang dapat dilakukan adalah membuat analisa *black box* dan diagram fungsi mesin.

c. Alternatif fungsi bagian

Pada tahap ini fungsi bagian akan dibuat alternatif-alternatif dari fungsi bagian yang kemudian dipilih berdasarkan kelebihan dan kekurangannya.

d. Kombinasi fungsi bagian

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah mengkombinasikan alternatif fungsi bagian yang akan dipilih berdasarkan alternatif ke dalam satu sistem.

e. Variasi konsep

Pada tahap ini, dibuat sebuah rancangan sesuai dengan masing-masing alternatif fungsi bagian yang telah dipasangkan sebelumnya. Varian konsep yang akan dibuat pada tahap ini adalah 3 (tiga) varian. Penggabungan dari konsep yang variatif akan menambah keunggulan suatu konstruksi.

f. Keputusan akhir

Setelah menyusun alternatif keseluruhan, penilaian variasi konsep dilakukan untuk memutuskan alternatif yang akan ditindaklanjuti ke proses pembuatan *draft*. Skala penilaian dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Skala penilaian varian konsep

5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Cukup baik	Kurang baik	Buruk

3. Merancang

Setelah kegiatan merencana dan mengkonsep, langkah selanjutnya adalah merancang. Kegiatan yang dilakukan dalam merancang adalah menghitung elemen-elemen mesin yang akan digunakan, menghitung langkah pengayak dan merencanakan kontrol tegangan pada komponen yang kritis.

a. Menghitung elemen-elemen mesin yang akan digunakan

1) Perencanaan daya motor

Motor AC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan tegangan AC (*Alternating Current*). Motor AC memiliki dua buah bagian utama, yaitu stator dan rotor. Stator merupakan komponen motor AC yang statis. Rotor adalah komponen motor AC yang berputar. Motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variable untuk mengendalikan kecepatan sekaligus menurunkan konsumsi dayanya. Motor AC ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Motor AC

Hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan daya motor adalah menentukan volume rata-rata ukuran biji sorgum, menghitung massa jenis biji sorgum, menghitung luas selimut penampang, menghitung kapasitas mesin, menghitung rpm mesin, daya motor dan efisiensi mesin.

Untuk mencari volume rata-rata ukuran 6-7 mesh, maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$V = (p \times l \times t) + (p \times l \times t) \quad (2.1)$$

Dalam mencari massa jenis biji sorgum (ρ), maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.2)$$

Setelah itu akan dihitung luas selimut penampang, rumus yang digunakan untuk mencari luas selimut penampang (A) adalah:

$$A = L \times 2 \pi r \quad (2.3)$$

Untuk mencari kapasitas mesin (Q), maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$V = V. \text{ housing} - (V. \text{ mata potong} + 4 (V. \text{ sayap}))$$

$$= (R \times r^2 \times t) - ((R \times r^2 \times t) + 4 (p \times l \times t)) \quad (2.4)$$

$$Q = V \times 20 \% \quad (2.5)$$

Untuk menentukan nilai putaran (n_2) dapat ditentukan dari kapasitas mesin (Q), maka rumus yang akan digunakan adalah:

$$Q = \frac{vc}{1000} \times \rho \times A$$

$$Q = \frac{\pi \times D \times n_2}{1000} \times \rho \times A \quad (2.6)$$

$$n_2 = \frac{Q \times 1000}{\pi \times D \times \rho \times A} \quad (2.7)$$

Selanjutnya menentukan daya motor (P) yang dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$P = F \times V = \frac{F \times \pi \times D \times n_2}{60} \quad (2.8)$$

Nilai efisiensi mesin (ef) diambil 80%, rumus yang digunakan untuk mencari nilai efisiensi mesin adalah:

$$ef = \frac{Q \times 100}{80} \quad (2.9)$$

2) Perhitungan puli dan sabuk

Puli dan sabuk adalah sistem transmisi putaran dan daya untuk jarak poros yang cukup panjang dan bekerja gesekan sabuk yang mempunyai bahan yang fleksibel. Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk-V karena mudah penanganannya dan harganya pun murah (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004). Puli dan sabuk ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Puli dan Sabuk

Keuntungan penggunaan puli dan sabuk di antaranya adalah mampu menerima putaran cukup tinggi dan beban yang cukup besar, pemasangan untuk jarak sumbu relatif panjang, murah dan mudah dalam penanganan, untuk jenis sabuk datar mempunyai keleluasaan posisi sumbu, meredam kejutan dan hentakan dan tidak memerlukan sistem pelumasan. Sedangkan beberapa kerugiannya adalah suhu kerja agak terbatas sampai 80°C, jika RPM terlalu tinggi maupun terlalu rendah tidak efektif, selain “*Timing Belt*” pada pemindahan putaran terjadi selip dan tidak cocok untuk beban berat.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan puli dan sabuk (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004), yang di antaranya adalah perhitungan daya rencana puli dan sabuk, perhitungan momen rencana, perhitungan tegangan geser, perhitungan diameter poros, pemilihan sabuk (V), perhitungan kecepatan linier sabuk (V) dan perhitungan panjang keliling.

Dalam perhitungan daya rencana (Pd) puli dan sabuk, maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$Pd = Fc \times P \quad (2.10)$$

Keterangan:

Fc = Faktor koreksi

P = Daya (kW)

Pd = Daya rencana (kW)

Untuk menghitung momen rencana, maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \left(\frac{p}{n_1} \right) \quad (2.11)$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \left(\frac{p}{n_2} \right)$$

Untuk menghitung tegangan geser (τ_a), maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{S_{f1} \times S_{f2}} \quad (2.12)$$

Untuk menghitung poros, maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$d_{s1} = \left[\frac{(5,1)}{(4,8)} \times Kt \times Cb \times T1 \right]^{1/3} \quad (2.13)$$

$$d_{s2} = \left[\frac{(5,1)}{(4,8)} \times Kt \times Cb \times T2 \right]^{1/3}$$

Untuk pemilihan sabuk-V (standar), maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

Sabuk-V = tipe B

$$d_k = d_p + 2 \times 5,5 \quad (2.14)$$

$$D_k = D_p + 2 \times 5,5$$

Untuk menghitung kecepatan linier sabuk -V, maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$V = \frac{d_p \times n_1}{60 \times 1000} \quad (2.15)$$

$$v = \frac{\pi}{60} \times \frac{dp \times n1}{1000} \quad (2.16)$$

Selanjutnya yaitu menghitung panjang keliling, maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_p + D_p) + \frac{1}{2}(d_p + D_p)^2 - \frac{C}{4C}(d_p + D_p)^2 \quad (2.17)$$

Keterangan:

dp = Diameter puli 1 (mm)

Dp = Diameter puli 2 (mm)

C = Jarak sumbu poros (mm)

L = Panjang keliling sabuk (mm)

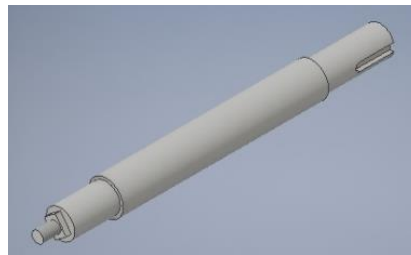
$n1$ = Putaran puli penggerak (rpm)

$n2$ = Putaran puli yang digerakkan (rpm)

3) Perhitungan poros

Poros merupakan elemen utama pada sistem transmisi putar yang dapat berfungsi sebagai pembawa, pendukung putaran dan beban, pengatur gerak putar menjadi gerak lurus yang umumnya ditumpu dengan dua tumpuan. Gaya-gaya yang

timbul dari penggerak melalui elemen-elemen transmisi seperti roda gigi, puli serta rantai dan sproket (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004). Poros ditunjukkan pada Gambar 2.4.



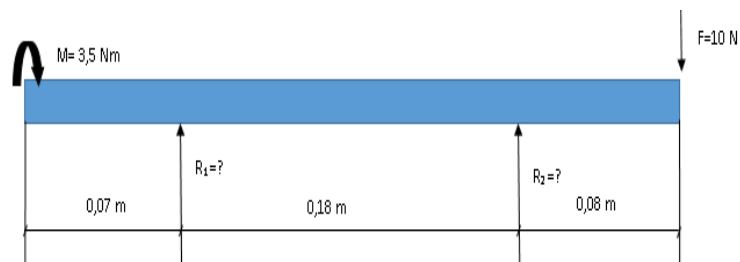
Gambar 2.4. Poros

Menentukan tegangan yang terjadi pada poros, maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$T = \frac{p \times 60}{2 \times \pi \times n} \quad (2.18)$$

$$\tau = \frac{Tr}{J} d^4 \quad (2.19)$$

Menentukan Tegangan geser dan momen pada poros, maka dapat ditentukan menggunakan rumus:



$$\sum M_{R2} = 0$$

$$0,33 R_1 = 3,3 + 10 (0,08)$$

$$R_1 = \frac{4}{0,33}$$

$$= 12,1 \text{ N}$$

$$\sum M_{R1} = 0$$

$$0,33 R_2 + 3,3 = 10 (0,08)$$

$$R_2 = \frac{-2,5}{0,33}$$

$$= -7,5 \text{ N}$$

Segment AB

$$V_{AB} = 10 \text{ N} \quad (2.20)$$

$$M_{AB} = 10 \cdot 0,08 \quad (2.21)$$

Segment BC

$$V_{BC} = 10 - 0,8 \quad (2.22)$$

$$M_{BC} = 0,8 - 12,1 \times 0,26 \quad (2.23)$$

Segment CD

$$V_{CD} = 10 - 0,8 \quad (2.24)$$

$$M_{CD} = 0,8 - 12,1 \times 0,26 - 3,3 \quad (2.25)$$

4) Bantalan gelinding (*bearing*)

Bearing merupakan elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran poros dapat berlangsung dengan halus, tidak berisik, aman dan berumur panjang (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004). Gesekan pada *bearing* terjadi antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam melalui elemen gelinding seperti bola, *roller*, dan lain-lain. Dalam pemilihan *bearing*, beberapa hal yang harus diperhatikan di antaranya *bearing* harus tahan karat, tahan gesekan, tahan aus dan tahan panas. Dalam pemilihan *bearing* ada beberapa perhitungan yang harus diperhatikan, yaitu faktor kecepatan, faktor umum bantalan, kapasitas dinamis, umur bearing dan umur bearing bola.

Untuk menentukan faktor kecepatan (fn), maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$(fn) = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (2.26)$$

Untuk menghitung faktor umum bantalan (Lh), maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$Lh = 500 (fh)^3 \quad (2.27)$$

Untuk menghitung kapasitas dinamis (C), maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$C = \frac{Fh \times FA}{Fn} = \frac{3,68 \times 10}{1,92} \quad (2.28)$$

Untuk menghitung bantalan bola (lwh), maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$\text{Bantalan bola (lwh)} = \frac{10^6}{60 \times n} \times \left| \frac{C}{p} \right|^3 \quad (2.29)$$

Untuk menghitung umur *bearing* bola, maka dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$\text{Umur bearing bola} = \frac{lwh}{8 \text{ jam} \times 356 \text{ hari}} \quad (2.30)$$

b. Menghitung langkah pengayak

Pengayak berfungsi sebagai penyaring tepung sorgum agar tepung yang dihasilkan lebih halus. Kegiatan mengayak pada mesin penepung biji sorgum memerlukan langkah pengayak. Langkah pengayak memerlukan perhitungan agar langkah tetap pada kondisi yang stabil. Hal yang perlu diperhatikan dalam menghitung langkah pengayak adalah menghitung panjang langkah pergerakan dan kecepatan langkah pergerakan. Untuk menghitung panjang langkah pergerakan, maka rumus yang digunakan adalah:

$$L = \text{jarak eksentrik 1} + \text{panjang eksentrik 2} \quad (2.31)$$

Untuk menghitung kecepatan langkah pergerakan, maka rumus yang digunakan adalah:

$$V = \frac{0,21}{200} \quad (2.32)$$

c. Kontrol tegangan pada komponen yang kritis

Timbulnya getaran yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen yang kritis. Sehingga dalam perancangan memerlukan kontrol tegangan agar komponen yang kritis terhindar dari kerusakan. Komponen kritis pada rancangan mesin penepung biji sorgum adalah poros mata potong dan poros pengayak.

4. Penyelesaian

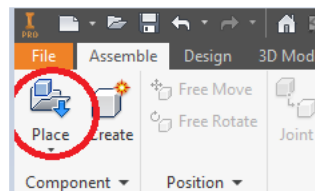
Setelah tahap merancang selesai dilakukan maka tahap akhir adalah penyelesaian. Dalam tahap penyelesaian, hal yang harus dilakukan adalah:

- a) Membuat gambar susunan
- b) Membuat gambar bagian
- c) Membuat gambar *assembly*
- d) Membuat gambar proses perakitan

2.3. Simulasi Pergerakan Sistem

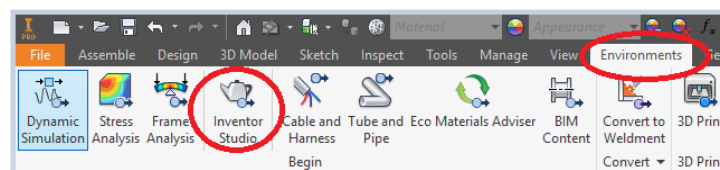
Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah menampilkan simulasi pergerakan sistem penepung biji sorgum menggunakan *software autodesk inventor*. Simulasi merupakan teknik untuk meniru operasi-operasi atau proses yang terjadi dalam sebuah sistem dengan menggunakan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga system tersebut bisa dipelajari secara ilmiah. Adapun beberapa tahapan-tahapan proses pembuatan simulasi secara umum sehingga menghasilkan *output* berupa video yaitu sebagai berikut:

1. Buka *software Autodesk Inventor*, kemudian pilih menu *assembly*.
2. *Insert file assembly* dengan perintah *place*. Perintah *place* ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Perintah *Place*

3. Pilih *environment* pada menu *toolbar* kemudian pilih *inventor studio* pada menu mini bar. Perintah *inventor studio* ditunjukkan pada Gambar 2.6.



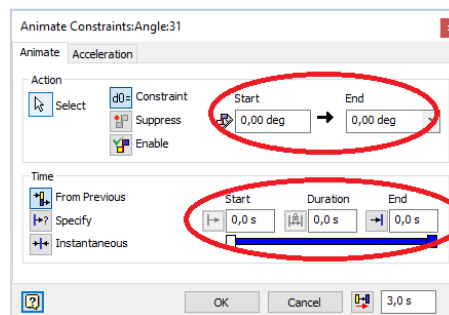
Gambar 2.6. Perintah *Inventor Studio*

4. Pilih *animation timeline* pada mini bar lalu akan muncul *animation board* kemudian pilih *collapse action editor* untuk membuka detail *animation board* seperti Gambar 2.7.



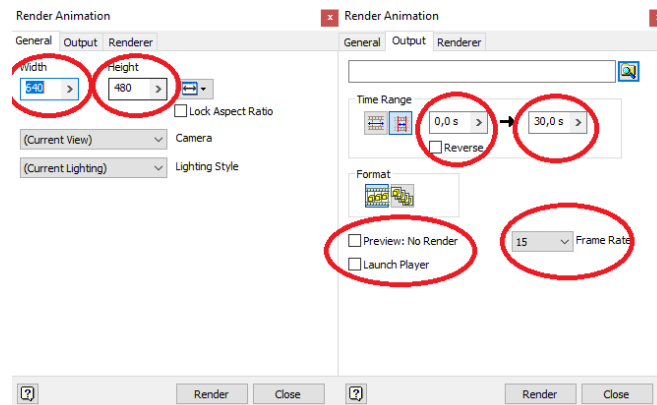
Gambar 2.7. Perintah *Animation Timeline*

5. Tahapan berikutnya *insert* hasil *place constraint*. Proses *insert* dilakukan dengan perintah klik kanan pada *constraint* yang diinginkan, kemudian pilih *animate constraints*. Setelah muncul *place animation constraint* isilah data-data yang dibutuhkan diantaranya *animate action start*, *animate action end*, lalu *animate animate time start*, *animate time duration*, *time end* seperti Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Perintah *Animate Constrains Angle*

6. Setelah rangkaian *animation timeline* selesai dibuat tahapan selanjutnya adalah membuat video simulasi dengan format AVI dengan perintah pilih *render animation* pada mini bar, setelah muncul *place render animation* isilah data-data yang diperlukan misalnya *general width* dan *general height*, *output frame rate*, ceklis pilihan *preview render* dan *lauch player*, atur *output time range*. Perintah *render animation* ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Perintah *Render Animation*

7. Pilih *render*, kemudian tunggu proses *rendering* selesai dilakukan.

2.4. Pembuatan OP, Perakitan dan Perawatan

Pada tahap ini akan diuraikan proses pembuatan OP komponen mesin, proses perakitan komponen mesin dan kegiatan perawatan pada mesin penepung biji sorgum.

a. Pembuatan OP

Proses pembuatan komponen mengikuti *Operational Plan* (OP) dengan metode penomoran. Keterangan dalam pembuatan OP penomoran adalah sebagai berikut:

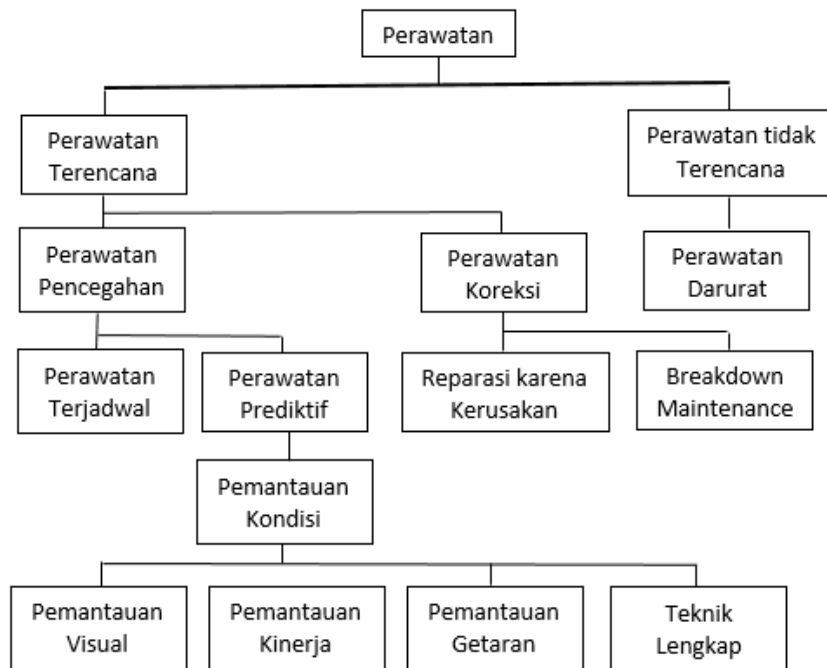
- ...01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- ...02. *Setting* mesin
- ...03. *Marking out*
- ...04. Cekam benda kerja
- ...05. Proses pembuatan

b. Perakitan Mesin

Perakitan mesin adalah suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa komponen menjadi suatu mesin yang mempunyai fungsi tertentu. Dalam hal ini kegiatan yang dilakukan adalah merakit seluruh komponen mesin penepung biji sorgum.

c. Perawatan Mesin

Perawatan adalah suatu kombinasi dari semua tindakan yang akan dilakukan dalam rangka mempertahankan/mengembalikan suatu peralatan pada kondisi yang dapat diterima (Polman Timah,1996) Gambar 2.10 adalah skema perawatan.



Gambar 2.10. Skema Perawatan

Secara umum perawatan dibagi menjadi dua jenis, yaitu perawatan terencana dan tidak terencana.

1. Perawatan Terencana

Perawatan terencana yaitu perawatan yang dilakukan dengan interval tertentu dengan maksud untuk meniadakan kemungkinan terjadi gangguan kemacetan atau kerusakan mesin. Beberapa jenis perawatan terencana, yaitu:

- a) *Running Maintenance* adalah perawatan yang dilakukan dengan mesin masih dalam keadaan berjalan.
- b) *Shutdown Maintenance* adalah tindakan perawatan yang hanya dilakukan bila mesin tersebut sengaja dihentikan.
- c) *Breakdown Maintenance* adalah tindakan perawatan yang hanya dilakukan apabila mesin rusak, akan tetapi kerusakan tersebut sudah diperkirakan sebelumnya.

2. Perawatan Tidak Terencana (*Emergency Maintenance*)

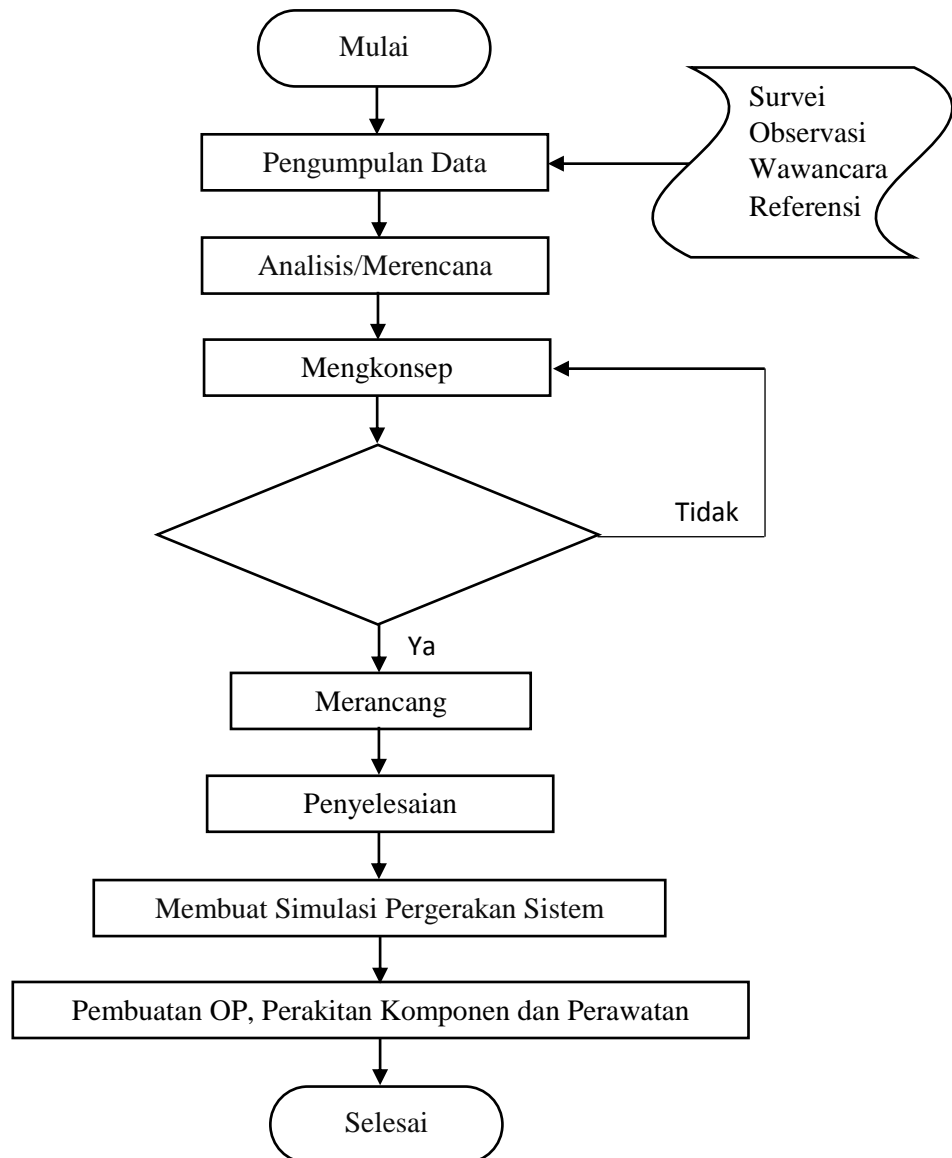
Perawatan tidak terencana adalah jenis perawatan yang bersifat perbaikan terhadap kerusakan yang belum diperkirakan sebelumnya. Perawatan yang diterapkan pada mesin penepung biji sorgum adalah perawatan terencana, tepatnya perawatan pencegahan (*preventive maintenance*). Perawatan pencegahan adalah perawatan yang dilakukan dengan jarak tertentu yang bertujuan untuk menghilangkan kemungkinan terjadinya gangguan atau kerusakan pada mesin. Perawatan pencegahan di antaranya adalah melakukan pelumasan standar dan pembersihan standar.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

3.1. Tahapan-tahapan Pelaksanaan

Metode pelaksanaan yang digunakan dalam proyek akhir ini yaitu dengan merancang kegiatan pelaksanaan dalam bentuk *flowchart*, dengan tujuan agar tindakan yang dilakukan lebih terarah dan terkontrol serta sebagai panduan pelaksanaan proyek akhir agar target yang diharapkan dapat tercapai. Metode pelaksanaan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Metode pelaksanaan

3.1.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan beberapa metode untuk mendapatkan data yang diinginkan, antara lain menggunakan metode survei, observasi dan wawancara dengan mengajukan pertanyaan secara umum kepada ketua IKM Difabel Sorghum. Selanjutnya dilakukan studi pustaka agar peneliti dapat menguasai teori maupun konsep dasar yang berkaitan dengan perancangan mesin penepung biji sorgum. Studi ini dilakukan dengan membaca dan mempelajari beberapa referensi seperti literatur, laporan ilmiah dan tulisan lain yang dapat mendukung penelitian.

3.1.2. Analisis/Merencana

Melalui hasil survei yang telah dilakukan di IKM Difabel Sorghum, terdapat beberapa masalah yang terjadi di IKM tersebut yang di antaranya adalah proses penepungannya harus dikirim ke luar kota karena tidak terdapat mesin penepung yang cocok digunakan untuk menepung biji sorgum dengan perbandingan antara tepung dan beras adalah 30:70%. Atas dasar permasalahan tersebut, maka akan di rancang mesin penepung biji sorgum dengan mekanisme yang sederhana, mudah dalam pengoperasiannya dan dapat menghasilkan tepung sorgum yang halus dengan tingkat kehalusan mesh 70 serta perbandingan antara tepung dan beras yaitu 80:20%.

3.1.3. Mengkonsep

Dalam merancang mesin penepung biji sorgum, terdapat spesifikasi perancangan konsep yang berisi syarat-syarat teknis produk yang disusun dari daftar keinginan pengguna yang dapat diukur. Pada tahap ini akan dipilih konsep terbaik yang kemudian penilaian variasi konsep dilakukan untuk memutuskan alternatif yang akan ditindaklanjuti ke proses pembuatan *draft*.

3.1.4. Merancang

Kegiatan yang dilakukan dalam merancang adalah menghitung elemen-elemen mesin yang akan digunakan, menghitung langkah pengayak dan merencanakan kontrol tegangan pada komponen yang kritis.

3.1.5. Penyelesaian

Tahapan penyelesaian yaitu pembuatan gambar susunan, gambar bagian, gambar *assembly* dan gambar proses perakitan dari mesin penepung biji sorgum.

3.1.6. Membuat Simulasi Pergerakan Sistem

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah membuat simulasi pergerakan sistem penepung biji sorgum menggunakan *software autodesk inventor*. Serta hasil yang didapatkan dari simulasi pergerakan sistem penepung biji sorgum.

3.1.7. Pembuatan OP, Perakitan Komponen dan Perawatan

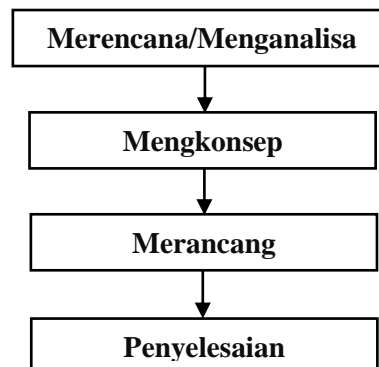
Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah menguraikan proses pembuatan OP komponen mesin, proses perakitan komponen mesin dan kegiatan perawatan pada mesin penepung biji sorgum.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Tahapan-tahapan Pelaksanaan

Dalam bab ini akan diuraikan langkah-langkah yang dilakukan dalam penyelesaian rancangan mesin penepung biji sorgum. Adapun tahapan-tahapan dalam merancang menurut VDI 2222 (*Verein Deutsche Ingenieuer/Persatuan Insinyur Jerman*) ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Tahapan Perancangan VDI 2222

4.1.1. Merencana/menganalisa

Melalui hasil survei, didapatkan beberapa permasalahan yang terjadi pada IKM Difabel Sorghum. Atas dasar permasalahan tersebut, maka akan dirancang mesin penepung biji sorgum dengan mekanisme yang sederhana, mudah dalam pengoperasiannya dan dapat menghasilkan tepung sorgum yang halus dengan tingkat kehalusan mesh 70 serta perbandingan antara tepung dan beras yaitu 80:20%.

4.1.2. Mengkonsep

Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada IKM Difabel Sorghum mengenai proses penepungan, maka akan dirancang mesin penepung biji sorgum menggunakan *software autodesk inventor* yang diharapkan rancangan ini dapat memenuhi keinginan IKM ini dalam mendapatkan mesin penepung biji sorgum yang diinginkan.

4.1.2.1. Daftar Tuntutan

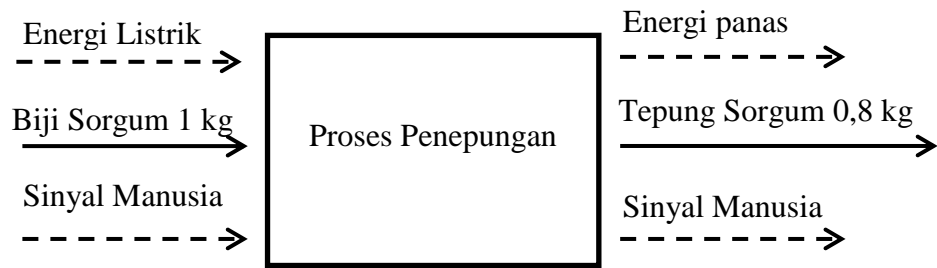
Dalam tahap ini diuraikan tuntutan yang ingin dicapai dari produk yang akan dibuat. Hal yang harus dituliskan dalam daftar tuntutan di antaranya adalah tuntutan primer, tuntutan sekunder dan tuntutan tersier. Beberapa tuntutan yang ingin diterapkan pada mesin penepung biji sorgum dan dikelompokkan ke dalam 3 (tiga) jenis tuntutan seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Daftar tuntutan

No.	Tuntutan Primer	Deskripsi
1.	Sistem penggerak	Sistem penggerak yang digunakan adalah motor AC
2.	Jenis material	Untuk material yang kontak langsung dengan biji dalam proses penepungan menggunakan material yang tidak mudah karat (<i>stainless steel</i>) untuk material yang tidak kontak langsung dapat disesuaikan tanpa mengurangi fungsi
3.	Sistem Transmisi	Sistem transmisi yang digunakan adalah puli dan sabuk
4.	Keluaran tepung halus	Dari 1 kg biji sorgum yang diproses, didapatkan kurang lebih 0,8 kg tepung halus
5.	Proses penepungan	Proses penepungan bisa dilakukan lebih dari 1 kali
6.	Dimensi Mesin	80x50x60 cm
No.	Tuntutan Sekunder	Deskripsi
1.	Mudah dioperasikan	Pada saat ingin menghidupkan atau mematikan mesin tekan saklar on/off
No.	Tuntutan Tersier	Deskripsi
1.	Konstruksi	Mudah dalam pembuatan
2.	Warna	Sesuai Keinginan

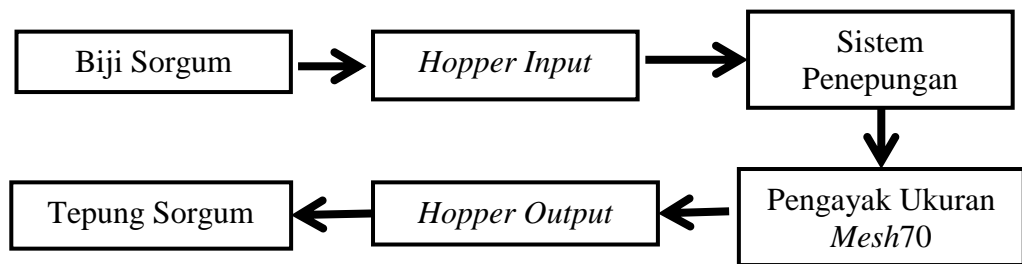
4.1.2.2. Analisa Fungsi Bagian

Pada tahapan ini dilakukan proses pemecahan masalah dengan menggunakan *black box* untuk menentukan fungsi bagian utama pada mesin penepung biji sorgum. Gambar 4.2. merupakan analisa *black box* pada mesin penepung biji sorgum.



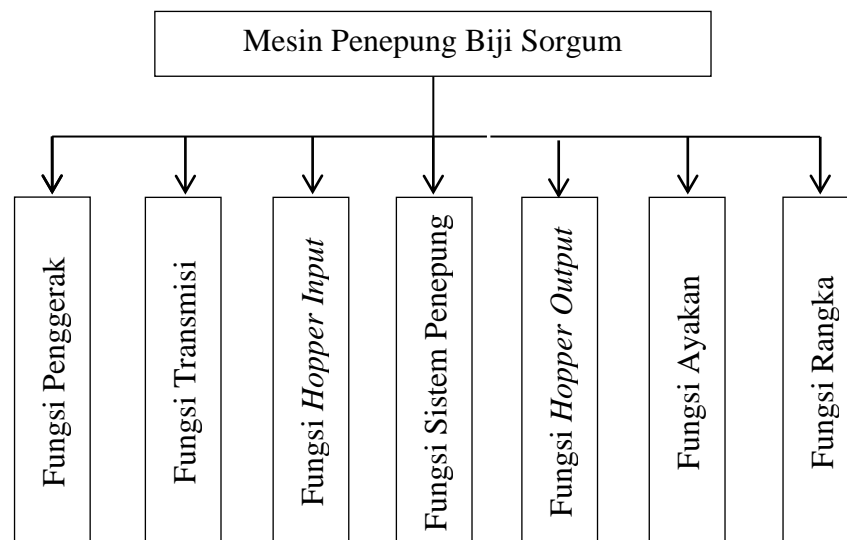
Gambar 4.2. Diagram *Black Box*

Scoope perancangan dari mesin penepung biji sorgum menerangkan tentang daerah yang dirancang pada mesin penepung biji sorgum. Sebelum membuat analisa fungsi bagian dibuat terlebih dahulu diagram fungsi mesin. Diagram fungsi mesin ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Diagram fungsi mesin penepung biji sorgum

Berdasarkan diagram struktur fungsi bagian di atas selanjutnya dibuat analisa fungsi bagian mesin penepung biji sorgum berdasarkan sub-fungsi bagian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Diagram sub-fungsi bagian

Pada tahapan ini dideskripsikan tuntutan yang diinginkan dari masing-masing fungsi bagian pada Gambar 4.3. di atas sehingga dalam pembuatan alternatif dari fungsi bagian mesin penepung biji sorgum sesuai dengan yang diinginkan. Berikut ini merupakan deskripsi sub-fungsi bagian untuk mesin penepung biji sorgum yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Deskripsi sub-fungsi bagian mesin

No.	Fungsi bagian	Deskripsi
1.	Penggerak	Sebagai sumber tenaga menggerakkan keseluruhan sistem yang berjalan pada mesin
2.	Transmisi	Memindahkan energi yang dihasilkan oleh motor AC ke sistem penepung dan ayakan.
3.	<i>Hopper Input</i>	Mampu menampung maksimal 1000 gram biji sorgum.
4.	Sistem penepung	Sistem dapat memotong biji sorgum dengan baik hingga menjadi tepung
5.	<i>Hopper Output</i>	Mampu menampung tepung sorgum yang telah diayak
6.	Ayakan	Mampu melakukan pengayakan dengan hasil tepung yang baik dan tepung dapat melewati ayakan <i>Mesh 70</i> .
7.	Rangka	Keseluruhan rangka mampu menahan tegangan-tegangan yang terjadi sehingga keseluruhan komponen stabil dan dalam keadaan ideal saat terjadi proses penepungan berlangsung.

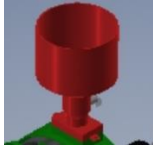
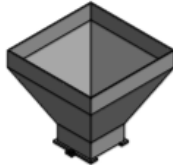
4.1.2.3. Alternatif Sub-Fungsi Bagian

Sub-fungsi bagian yang telah ditentukan kemudian akan dibuat alternatif-alternatif dari sub-fungsi bagiannya itu sendiri. Pemilihan alternatif sub-fungsi bagian akan disesuaikan dengan deskripsi fungsi bagian yang telah ditunjukkan pada Tabel 4.2. di atas dengan dilengkapi gambar rancangan. Beberapa alternatif fungsi bagian yang dirancang untuk mesin penepung biji sorgum yang di antaranya adalah sebagai berikut:

a. Alternatif Sub-Fungsi *Hopper Input*

Pemilihan alternatif sub-fungsi *hopper input* dengan deskripsi sub-fungsi bagian dengan dilengkapi gambar rancangan beserta kelebihan dan kekurangan. Adapun alternatif sub-fungsi *hopper input* dapat dilihat pada Tabel 4.3.


Tabel 4.3. Alternatif sub-fungsi *hopper input*

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
A.1	Tabung 	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat sistem pengatur distribusi input biji sorgum • Kontruksi sederhana 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribusi biji sorgum lebih lambat • Volume penampungan lebih sedikit
A.2	Trapesium 	<ul style="list-style-type: none"> • Volume penampungan lebih banyak • Kontruksi sederhana • Distribusi biji sorgum cepat 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak terdapat sistem pengatur distribusi input biji sorgum

b. Alternatif Sub-Fungsi Sistem Penepung

Pemilihan alternatif sub-fungsi sistem penepung dengan deskripsi sub-fungsi bagian dengan dilengkapi gambar rancangan beserta kelebihan dan kekurangan. Adapun alternatif sub-fungsi sistem penepung dapat dilihat pada Tabel 4.4.



Tabel 4.4. Alternatif sub-fungsi sistem penepung

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
B.1	<i>Hammer Mill</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi mesin cukup sederhana • Ukuran hasil gilingan fleksibel • Tidak mudah rusak 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil gilingan tidak rata • Biaya pasang yang tinggi • Energi besar pada awal penggilingan
B.2	<i>Disk Mill</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk mesin ringkas dan sederhana • Mudah dioperasikan • Tepung yang dihasilkan lebih halus 	<ul style="list-style-type: none"> • Energi yang digunakan lebih besar

c. Alternatif Sub-Fungsi Ayakan

Pemilihan alternatif sub-fungsi ayakan dengan deskripsi sub-fungsi bagian dengan dilengkapi gambar rancangan beserta kelebihan dan kekurangan. Adapun alternatif sub-fungsi ayakan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

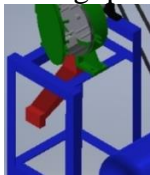
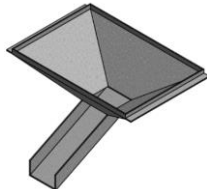
Tabel 4.5. Alternatif sub-fungsi ayakan

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
C.1	<i>Mesh Internal</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak memerlukan banyak biaya • Mudah dilepas pasang • Tidak banyak proses permesinan 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesh lebih cepat rusak akibat gesekan biji sorgum yang menumpuk • <i>Output</i> yang dihasilkan sedikit
C.2	<i>Mesh Eksternal</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Tepung yang dihasilkan halus • <i>Output</i> yang dihasilkan banyak • Mudah dilepas pasang • Tidak mudah rusak 	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih banyak proses permesinan • Biaya yang digunakan lebih banyak

d. Alternatif Sub-Fungsi *Hopper Output*

Pemilihan alternatif sub-fungsi *hopper output* dengan deskripsi sub-fungsi bagian dengan dilengkapi gambar rancangan beserta kelebihan dan kekurangan. Adapun alternatif sub-fungsi *hopper output* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Alternatif sub-fungsi *hopper output*

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
D.1	Persegi panjang 	<ul style="list-style-type: none"> • Keluaran tepung lebih teratur • Biaya yang dikeluarkan sedikit • Tidak banyak proses permesinan 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Output</i> yang dihasilkan sedikit
D.2	Trapesium 	<ul style="list-style-type: none"> • Keluaran tepung teratur • Proses pembuatan mudah • <i>Output</i> yang dihasilkan banyak 	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih banyak proses permesinan • Biaya yang digunakan lebih banyak

4.1.2.4. Kombinasi Fungsi Bagian

Pada tahap ini alternatif fungsi bagian dipilih dan digabung satu sama lain sehingga terbentuk sebuah varian konsep mesin penepung biji sorgum dengan jumlah varian minimal 3 jenis varian konsep. Hal ini dimaksudkan agar dalam proses pemilihan terdapat pembandingan dan diharapkan dapat dipilih varian konsep yang dapat memenuhi tuntutan yang diinginkan. Dengan menggunakan metode kotak morfologi, dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Kotak morfologi

No.	Fungsi Bagian	Varian Konsep (V)		
		Alternatif Fungsi Bagian		
1.	Fungsi <i>hopper input</i>	★ A.1	★ A.2	★
2.	Fungsi sistem penepung	B.1	★ B.2	★
3.	Fungsi ayakan	★ C.1	★ C.2	★
4.	Fungsi <i>hopper output</i>	D.1	★ D.2	★
		V-I	V-II	VIII

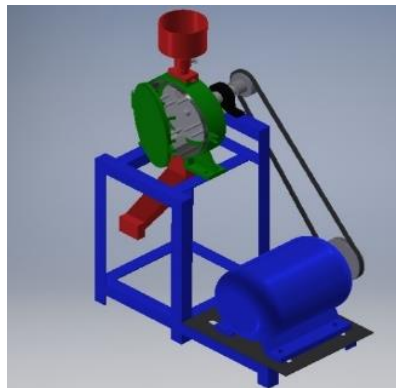
Dengan menggunakan kotak morfologi, alternatif-alternatif fungsi bagian tersebut dikombinasikan menjadi alternatif fungsi secara keseluruhan. Untuk mempermudah dalam membedakan varian konsep yang telah disusun disimbolisasikan dengan huruf “V” yang berarti varian.

4.1.2.5. Varian Konsep

Berdasarkan kotak morfologi pada pembahasan sebelumnya, maka diperoleh 3 (tiga) varian konsep yang ditampilkan dalam model 3D. Setiap kombinasi varian konsep yang dibuat kemudian dideskripsikan alternatif fungsi bagian yang dipakai, sistem kerja dari pengkombinasian varian konsep tersebut sebagai mesin penepung biji sorgum.

a. Varian Konsep 1

Pada varian konsep 1 penggerak utama mesin adalah motor AC. Kemudian putaran dari motor AC ditransmisikan oleh elemen puli dan sabuk. Pada varian konsep ini digunakan sistem rangka pelat siku dengan sambungan las. Pada bagian penepungan menggunakan alat potong tipe *disk mill* yang sisinya dilapisi dengan saringan atau *mesh 70* agar tepung sorgum yang dihasilkan dapat tersaring lebih halus. Setelah proses penepungan, tepung akan turun melalui *hopper output*. Varian konsep 1 dapat dilihat pada Gambar 4.5.

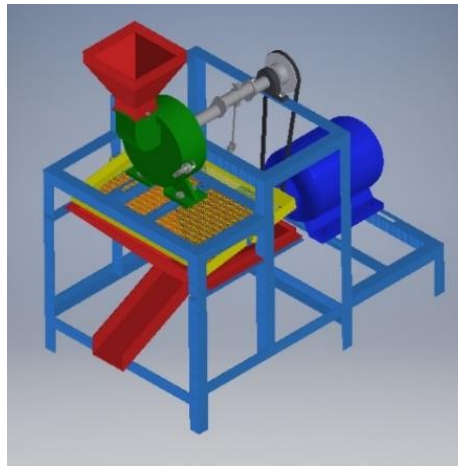


Gambar 4.5. Varian konsep 1

Sistem kerja varian konsep 1 ini adalah pada saat motor AC dihidupkan dan berputar, putaran diteruskan melalui puli dan sabuk menuju poros yang sudah terhubung dengan sistem penepung biji sorgum. Selanjutnya biji sorgum dimasukkan ke dalam *hopper* dan turun secara perlahan ke *housing* untuk dilakukan proses penepungan yang mana nantinya putaran poros akan membuat mata potong bergerak dan terjadilah proses penepungan yang kemudian saringannya akan menyaring sorgum yang telah menjadi tepung. Selanjutnya tepung sorgum akan keluar melalui *hopper output*.

b. Varian Konsep 2

Pada varian konsep 2 penggerak utama mesin adalah motor AC. Putaran dari motor AC ditransmisikan oleh elemen puli dan sabuk. Pada varian konsep ini digunakan sistem rangka pelat siku dengan sambungan las. Pada bagian penepungan menggunakan alat potong tipe *disk mill* dengan poros yang putarannya akan ikut menggerakkan saringan yang terhubung dengan eksentrik. *Output* tepung akan melalui saringan untuk mendapatkan hasil tepung yang lebih halus dan kemudian tepung akan keluar melalui *hopper output*. Varian konsep 2 dapat dilihat pada Gambar 4.6.

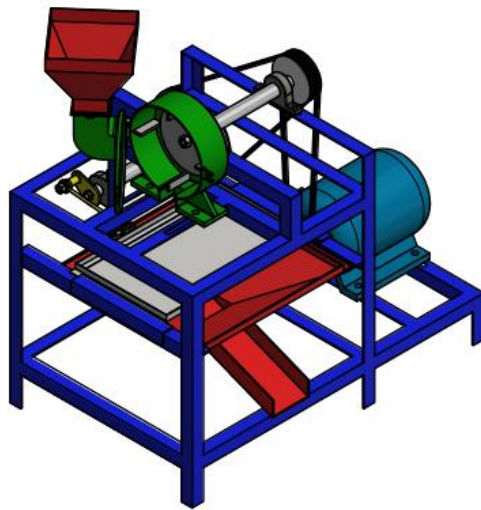


Gambar 4.6. Varian konsep 2

Sistem kerja varian konsep 2 adalah pada saat motor AC dihidupkan dan berputar, putaran diteruskan melalui puli dan sabuk menuju poros penepung yang sudah terhubung dengan sistem saringan tepung sorgum. Selanjutnya biji sorgum dimasukkan ke dalam *hopper* dan turun secara perlahan ke *housing* untuk dilakukan proses penepungan yang mana nantinya putaran poros akan membuat mata potong dan saringan yang terhubung dengan eksentrik bergerak sehingga terjadilah proses penepungan yang kemudian saringannya akan menyaring sorgum yang telah menjadi tepung. Selanjutnya tepung sorgum akan keluar melalui *hopper output*.

c. Varian Konsep 3

Pada varian konsep 3 penggerak utama mesin adalah motor AC. Kemudian putaran dari motor AC ditransmisikan oleh elemen puli dan sabuk. Pada varian konsep ini digunakan sistem rangka pelat siku dengan sambungan las. Pada bagian penepungan menggunakan alat potong tipe *disk mill*. *Output* tepung akan melalui saringan untuk mendapatkan hasil tepung yang lebih halus dan kemudian tepung akan keluar melalui *hopper output*. Varian konsep 3 dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Varian konsep 3

Sistem kerja varian konsep 3 adalah pada saat motor AC dihidupkan dan berputar, putaran diteruskan melalui puli dan sabuk menuju poros penepung untuk menggerakkan mata potong tipe *disk mill*. Selanjutnya biji sorgum dimasukkan ke dalam *hopper* dan turun secara perlahan ke *housing* untuk dilakukan proses penepungan, setelah itu tepung akan keluar dari *housing* dan akan turun ke ayakan untuk dilakukan proses penyaringan sorgum yang telah menjadi tepung. Selanjutnya tepung sorgum akan keluar melalui *hopper output*.

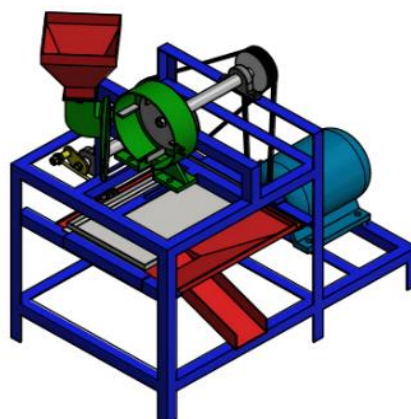
4.1.2.6. Keputusan Akhir

Sebelum memutuskan varian konsep mana yang akan dipilih, varian konsep perlu dilakukan penilaian terlebih dahulu. skala penilaian variasi konsep dapat dilihat pada Tabel 2.3. Setelah itu pada setiap aspek yang dinilai akan diberikan masing-masing nilai bobot dengan total bobot adalah 100% dimana bobot pada sistem penepung adalah 25%, sistem pengayak 25%, keamanan 20%, keterbuatan 10%, perakitan 10% dan perawatan 10%. Kemudian akan dilakukan penilaian atas variasi konsep yang telah dibuat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Penilaian variasi konsep

No.	Aspek yang dinilai	Bobot	Variasi Konsep					
			VK1		VK2		VK3	
1.	Sistem Penepung	25%	2	10%	4	20%	4	20%
2.	Sistem Pengayak	25%	2	10%	3	15%	4	20%
3.	Keamanan	20%	3	12%	2	8%	3	12%
4.	Keterbuatan	10%	3	6%	2	4%	3	6%
5.	Perakitan	10%	3	6%	3	6%	3	6%
6.	Perawatan	10%	3	6%	3	6%	3	6%
Nilai total		100%	50%		59%		70%	

Berdasarkan penilaian pada Tabel 4.8 maka varian dengan persentase mendekati 100% yang akan dipilih. Varian yang dipilih adalah varian konsep 3 (VK3) dengan nilai 70%. Maka keputusan akhir yang akan diambil untuk dijadikan *draft* merancang mesin penepung biji sorgum adalah Gambar 4.8.



Gambar 4.8. *Draft*

Dengan hasil pemilihan alternatif sub-fungsi bagian yang telah dipilih di bawah ini, yaitu sebagai berikut:

1. Fungsi *hopper input* dirancang dapat menampung 1,5 kg biji sorgum
2. Fungsi sistem penepung yang digunakan adalah tipe *disk mill* karena proses penepungan yang dilakukan dapat lebih optimal.
3. Fungsi ayakan menggunakan ayakan eksternal yang mana ayakan ini tidak beresiko cepat rusak, output yang dihasilkan banyak serta dapat mengayak tepung lebih optimal.
4. Fungsi *hopper output* adalah *hopper output* yang berbentuk trapesium karena bentuk ini dapat menampung hasil ayakan lebih banyak sebelum akhirnya turun ke wadah penampung tepung.

4.1.3. Merancang

Merancang adalah kegiatan yang dilakukan dengan mengolah *draft* yang didapatkan untuk dilakukan perhitungan elemen-elemen yang digunakan, menghitung langkah pengayak dan menghitung kontrol tegangan pada komponen yang kritis.

4.1.3.1. Perhitungan Elemen-elemen yang digunakan

Perhitungan elemen-elemen yang digunakan di antaranya adalah menghitung perencanaan daya motor, menghitung puli dan sabuk, menghitung poros dan menghitung *bearing*.

1. Perencanaan daya motor

Dalam merencanakan daya motor hal-hal yang harus diperhatikan adalah menentukan volume rata-rata ukuran biji sorgum, menghitung massa jenis biji sorgum, menghitung luas selimut penampang, menghitung kapasitas mesin, menghitung rpm mesin, daya motor dan efisiensi mesin.

Panjang mata potong (L) = 65 mm

Diameter mata potong (D) = 192 mm

Kapasitas mesin (Q) = 30 kg/jam

Massa jenis per 1000 butir (γ) = 36,08 (Lampiran 4)

Untuk menghitung volume rata-rata uk. 6-7 mesh, maka perhitungan volume rata-rata (V) adalah menggunakan Rumus 2.1.

$$\begin{aligned} V &= (4,54 \times 4,32 \times 2,64) + (3,9 \times 3,65 \times 2,37) \\ &= 51,77 + 33,45 \\ &= 59,33 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Untuk menghitung massa jenis biji sorgum, maka perhitungan massa jenis biji sorgum (ρ) adalah menggunakan Rumus 2.2.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = \frac{36,08}{59,33}$$

$$= 0,60 \text{ g/mm}^3 \approx 0,6 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^3$$

Untuk mencari luas selimut penampang (A), maka perhitungan luas selimut penampang adalah menggunakan Rumus 2.3.

$$\begin{aligned} A &= L \times 2 \pi r \\ &= 65 \text{ mm} \times 2 \times \pi \times 96 \text{ mm} \\ &= 39187,2 \text{ mm}^2 \approx 39,18 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk menentukan kapasitas mesin (Q) dapat menggunakan perhitungan nilai volume housing dikurangi volume mata potong. Maka perhitungan kapasitas mesin adalah menggunakan Rumus 2.4. dan Rumus 2.5.

D (diameter) housing	= 200 mm
L (panjang) housing	= 80 mm
D(diameter) mata potong	= 150 mm
L (panjang) mata potong	= 10 mm
V (volume) sayap	= 55 x 21 x 10
	= 11550 mm ³

$$\begin{aligned} V &= V. \text{ housing} - (V. \text{ mata potong} + 4 (V. \text{ sayap})) \\ &= (R \times r^2 \times t) - ((R \times r^2 \times t) + 4 (p \times l \times t)) \\ &= (R \times 100^2 \times 80) - (R \times 75^2 \times 10 + 4 (11550)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (2512000) - (176625 + 46200) \\
&= 2512000 - 222825 \\
&= 2289175 \text{ mm}^3 \\
&= 2,28 \text{ dm}^3 \approx 2,28 \text{ L}
\end{aligned}$$

Jika sorgum yang turun ke proses penepungan 20% permenit dari kapasitas hopper, maka: $2,28 \text{ kg} \times 20\% = 0,456 \text{ kg/mnt} = 30 \text{ kg/jam}$. Jadi, untuk menentukan nilai putaran pada poros (n_2) dapat ditentukan dari kapasitas mesin. Maka perhitungan nilai (n_2) adalah menggunakan rumus 2.7.

$$\begin{aligned}
n_2 &= \frac{Q \times 1000}{\pi \times D \times \rho \times A} \\
&= \frac{30 \times 1000}{\pi \times 192 \times 6 \times 10^{-6} \times 39,18 \times 10^{-3}} \\
&= \frac{30.000}{1,417969154 \times 10^{-4}} \\
&= 2,11 \text{ jam} \times 60 \\
&= 126,6 \text{ rpm}
\end{aligned}$$

Didapat putaran rpm motor 126,6 rpm, maka diambil putaran mesin (rpm) sebesar 600 rpm. Setelah nilai putaran pada poros (n_2) diketahui, maka perhitungan daya motor (P) dapat dihitung menggunakan rumus 2.8.

$$\begin{aligned}
P &= F \times V = \frac{F \times \pi \times D \times n_2}{60} \\
P &= \frac{(0,5 \times 10) \times 3,14 \times 0,192 \times 600}{60} \\
P &= 30 \text{ watt}
\end{aligned}$$

Dengan efisiensi mesin diambil 80%, maka rumus perhitungan nilai efisiensi mesin adalah Rumus 2.9.

$$\text{ef} = \frac{30 \times 100}{80} = 37,5 \text{ watt}$$

$$P = 37,5 \approx 0,5 \text{ hp}$$

Daya motor yang digunakan adalah 0,5 hp

2. Perhitungan puli dan sabuk

Dalam menghitung puli dan sabuk ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu perhitungan daya rencana puli dan sabuk, perhitungan momen rencana, perhitungan tegangan geser, perhitungan diameter poros, pemilihan sabuk (V), perhitungan kecepatan linier sabuk (V) dan perhitungan panjang keliling.

a) Perhitungan puli dan sabuk 1

Daya motor yang digunakan adalah 0,5 hp (3.7 kw) dengan putaran 1450 rpm, putaran yang diinginkan 600 rpm ($i = 2,4$), jarak sumbu 402,16 mm dan factor koreksi 1. Jadi, untuk menghitung daya rencana (Pd) puli dan sabuk, maka perhitungan daya rencana (Pd) adalah menggunakan Rumus 2.10.

$$\begin{aligned} Pd &= Fc \times P \\ &= 1 \times 3,7 \text{ kw} \\ &= 3,7 \text{ kw} \end{aligned}$$

Untuk menghitung momen rencana, maka perhitungan momen rencana (T) adalah menggunakan Rumus 2.11.

$$\begin{aligned} T_1 &= 9,74 \times 10^5 \left(\frac{3,7}{1450} \right) \\ &= 2485,3 \text{ kg/mm} \\ T_2 &= 9,74 \times 10^5 \left(\frac{3,7}{600} \right) \\ &= 6006,3 \text{ kg/mm} \end{aligned}$$

Untuk menghitung tegangan geser (τ_a) dengan $\sigma_b = 58 \text{ kg/mm}^2$, $S_{f_1} = 6$ dan $S_{f_2} = 2$ adalah menggunakan Rumus 2.12.

$$\begin{aligned} \tau_a &= \frac{\sigma_b}{S_{f_1} \times S_{f_2}} \\ &= \frac{58}{(6 \times 2)} \\ &= 4,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Perhitungan diameter poros (d_s) dengan $K_t = 1,5$ dan $C_b = 2$ adalah dihitung menggunakan Rumus 2.13.

$$d_{s1} = \left[\frac{(5,1)}{(4,8)} \times 1,5 \times 2 \times 2485,3 \right]^{1/3}$$

$$= 19,9 \approx 20 \text{ mm}$$

$$d_{s2} = \left[\frac{(5,1)}{(4,8)} \times 1,5 \times 2 \times 6006,3 \right]^{1/3}$$

$$= 26,7 \approx 30 \text{ mm}$$

Pemilihan sabuk-V (standar) tipe B dengan diameter puli yang dianjurkan adalah 145 mm, maka perhitungan diameter puli adalah dengan menggunakan Rumus 2.14.

$$d_p = 145 \text{ mm}, D_p = 145 \times 2,4$$

$$= 348 \text{ mm}$$

$$d_k = 145 + 2 \times 5,5$$

$$= 156 \text{ mm}$$

$$D_k = 348 + 2 \times 5,5$$

$$= 359 \text{ mm}$$

$$\frac{5}{3} 20 + 10 = 43, d_b = 50 \text{ mm}$$

$$\frac{5}{3} 30 + 10 = 20, D_b = 60 \text{ mm}$$

Untuk menghitung kecepatan linier sabuk-V, maka perhitungan kecepatan linier (V) pada sabuk-V adalah menggunakan Rumus 2.15.

$$V = \frac{d_p \times n_1}{60 \times 1000}$$

$$= \frac{145 \times 1450}{60 \times 1000}$$

$$= 3.5 \text{ m/s}$$

3.5 m/s < 30 m/s, baik

Untuk menghitung keliling sabuk-V, maka perhitungan keliling sabuk-V (L) adalah dihitung menggunakan Rumus 2.17.

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_p + D_p) + \frac{1}{2}(d_p + D_p)^2 - \frac{C}{4C}(d_p + D_p)^2$$

$$= 2 (402,16) + 1,57 (145 + 359) + - \frac{(359-145)_2}{4 \times 402,16}$$

$$= 936,3 \text{ mm}$$

No. nominal sabuk-V, No. 37 L = 940 mm

b) Perhitungan Puli dan sabuk 2

Mencari luas selimut penampang pada pengayak , maka perhitungan luas selimut penampang (A) pada sabuk-V adalah dihitung menggunakan Rumus 2.3.

$$A = 240 \times 250$$

$$= 60.000 \text{ mm}^2 \approx 60 \text{ m}^2$$

Untuk menentukan nilai putaran pada poros (n_2) dapat ditentukan dari kapasitas mesin. Maka perhitungan nilai (n_2) adalah menggunakan Rumus 2.7.

$$n_2 = \frac{Q \times 1000}{\pi \times D \times \rho \times A}$$

$$= \frac{30 \times 1000}{\pi \times 80 \times 6 \times 10^{-6} \times 60}$$

$$= \frac{30000}{0,0090432}$$

$$= 3317409,76 \approx 0,33$$

$$= 0,33 \times 60$$

$$= 19,8 \text{ rpm}$$

Didapat putaran rpm motor 19,8 rpm, maka diambil putaran mesin (rpm) sebesar 200 rpm.

Daya motor yang digunakan adalah 0,5 hp (3.7 kw) dengan putaran 1450 rpm, putaran yang diinginkan 200 rpm ($i = 3$), jarak sumbu 395,9 mm dan faktor koreksi 1. Jadi, untuk menghitung daya rencana (Pd) puli dan sabuk, maka perhitungan daya rencana adalah menggunakan Rumus 2.10.

$$Pd = 1 \times 3,7$$

$$= 3,7$$

Untuk menghitung momen rencana, maka perhitungan momen rencana adalah menggunakan Rumus 2.11.

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \left(\frac{3,7}{600} \right) = 6006,3 \text{ kg/mm}$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \left(\frac{3,7}{200} \right) = 18019 \text{ kg/mm}$$

Untuk menghitung tegangan geser dengan $\sigma_b = 58 \text{ kg/mm}^2$, $S_{f_1} = 6$ dan $S_{f_2} = 2$ adalah dihitung menggunakan Rumus 2.12.

$$\begin{aligned} \tau_a &= \frac{58}{(6 \times 2)} \\ &= 4,8 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan diameter poros dengan $K_t = 1,5$ dan $C_b = 2$, maka rumus yang digunakan adalah Rumus 2.13.

$$\begin{aligned} d_{s1} &= \left[\frac{(5,1)}{(4,8)} \times 1,5 \times 2 \times 6006,3 \right]^{1/3} \\ &= 26,7 \approx 30 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{s2} &= \left[\frac{(5,1)}{(4,8)} \times 1,5 \times 2 \times 18019 \right]^{1/3} \\ &= 38,5 \approx 40 \text{ mm} \end{aligned}$$

Pemilihan sabuk-V (standar) tipe B dengan diameter puli yang dianjurkan adalah 145 mm, maka perhitungan diameter puli adalah menggunakan Rumus 2.14.

$$\begin{aligned} d_p &= 145, D_p = 145 \times 3 \\ &= 435 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_k &= 145 + 2 \times 5,5 \\ &= 156 \text{ mm} \end{aligned}$$

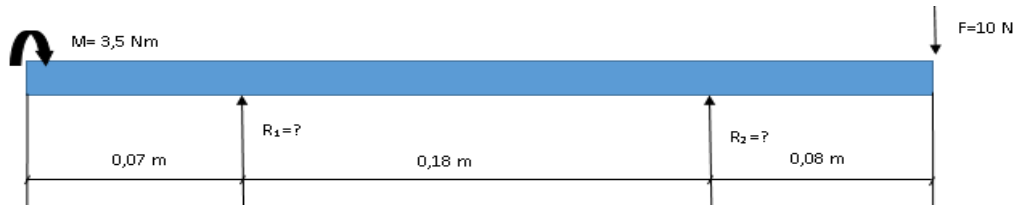
$$\begin{aligned} D_p &= 435 + 2 \times 5,5 \\ &= 496 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{5}{3} 20 + 10 = 36,6, d_b = 60 \text{ mm}$$

$$\frac{5}{3} 40 + 10 = 76,6, D_b = 70 \text{ mm}$$

c) Perhitungan poros

Perhitungan momen pada poros membutuhkan diagram benda bebas (DBB). DBB dapat dilihat pada Gambar 4.9. dan 4.10.



Gambar 4.9. DBB

$$\sum M_{R2} = 0$$

$$0,33 R_1 = 3,3 + 10 (0,08)$$

$$R_1 = \frac{4}{0,33} = 12,1 \text{ N}$$

$$\sum M_{R1} = 0$$

$$0,33 R_2 + 3,3 = 10 (0,08)$$

$$R_2 = \frac{-2,5}{0,33} = -7,5 \text{ N}$$

Menghitung pada *Segment* AB, BC dan CD, maka perhitungannya adalah

Segment AB

$$V_{AB} = 10 \text{ N}$$

$$M_{AB} = 10 \times 0,08 = 0,8 \text{ N.m}$$

Segment BC

$$V_{BC} = 10 - 0,8$$

$$V_{BC} = 9,2 \text{ N.m}$$

$$M_{BC} = 0,8 - 12,1 \times 0,26$$

$$M_{BC} = 2,34 \text{ N.m}$$

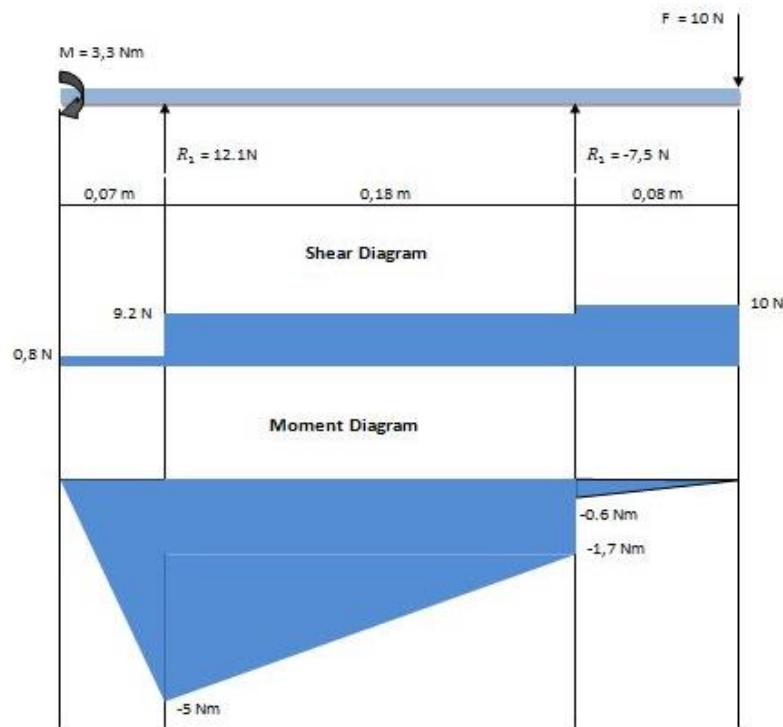
Segment CD

$$V_{CD} = 10 - 0,8$$

$$V_{CD} = 9,2 \text{ N.m}$$

$$M_{CD} = 0,8 - 12,1 \times 0,26 - 3,3$$

$$M_{CD} = -0,9 \text{ N.m}$$



Gambar 4.10. Penyelesaian DBB

d) Perhitungan *Bearing*

Dalam pemilihan *bearing* ada beberapa perhitungan yang harus diperhatikan, yaitu faktor kecepatan, faktor umum bantalan, kapasitas dinamis, umur bearing dan umur bearing bola. Diameter poros (D_1) yang diketahui 25 mm dengan putaran (n_2) 600 rpm, jumlah *bearing* 2 buah yang menerima gaya 10 N. Untuk menentukan faktor kecepatan pada bearing, maka perhitungannya adalah menggunakan Rumus 2.26.

$$(fn) = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$(fn) = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{\frac{1}{3}} = \left[\frac{33,3}{600} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$(fn) = 0,38$$

Umum nominal *bearing* (Lh) = 500 (fh)³ (EMS. Sularso hal. 136). Dari tabel 4.11 EMS Sularso hal 137, untuk bantalan poros transmisi antara 20000 – 30000 jam diambil 25000 jam, Jadi untuk menentukan faktor umum bantalan Lh, maka perhitungannya adalah menggunakan Rumus 2.27.

$$Lh = 500 (fh)^3 \Rightarrow h^3 = \frac{2500}{500} \text{ jam} = 50, Fh = (50)^{\frac{1}{3}} = 3,68$$

Untuk menghitung kapasitas dinamis (C) *bearing*, maka perhitungannya adalah dengan menggunakan Rumus 2.28.

$$C = \frac{Fh \times FA}{Fn} = \frac{3,68 \times 10}{1,92}$$

$$= 22.6 \text{ N} \approx 2,26 \text{ kg}$$

$$d \text{ poros} = 30 \text{ mm}, C = 2,26 \text{ kg}$$

$$\text{Pemakaian pelumas} = d \times n$$

$$= 30 \text{ mm} \times 600 \text{ rpm}$$

$$= 18000, \text{ disebut harga dn}$$

Harga dn = 18000 < dari yang diijinkan (100.000) ...(EMS.Sularso 130)

Memakai pelumas *grease*, dan No.*bearing* 6005 zz, jenis *bearing ball bearing*, diambil bantalan jenis terbuka 6005, C adalah 790 kg, No. bantalan bola 6005, C adalah 790 kg sedangkan hasil dari perhitungan kapasitas dinamis 2,26 kg, maka *bearing* aman digunakan. kapasitas nominal dinamis spesifik (C) = 790 kg dan kapasitas nominal dinamis spesifik (C₀) = 530 kg. Untuk menentukan umur *bearing* (lwh), maka rumus perhitungannya adalah menggunakan Rumus 2.30.

$$\text{Bantalan bola (lwh)} = \frac{10^6}{60 \times n} \times \left| \frac{C}{p} \right|^3$$

$$(\text{lwh}) = \frac{10^6}{60 \times 600} \times \left| \frac{790}{53} \right|^3$$

$$(\text{lwh}) = 919992.2$$

$$\text{Umur } \textit{bearing} \text{ bola} = \frac{\text{lwh}}{8 \text{ jam} \times 356 \text{ hari}}$$

$$= \frac{91999223,3}{8 \text{ jam} \times 356 \text{ hari}}$$

$$= 3,2 \approx 4 \text{ tahun}$$

4.1.3.2. Perhitungan Langkah Pengayak

Hal yang perlu diperhatikan dalam menghitung langkah pengayak adalah menghitung panjang langkah pergerakan dan kecepatan langkah pergerakan. Untuk menghitung panjang langkah pergerakan pengayak, maka rumus perhitungan panjang langkah pergerakan pengayak adalah menggunakan Rumus 2.31.

$$\begin{aligned} L &= \text{jarak eksentrik 1} + \text{panjang eksentrik 2} \\ &= 40 \text{ mm} + 170 \text{ mm} \\ &= 210 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk menghitung kecepatan langkah pergerakan pengayak, maka rumus perhitungan kecepatan langkah pergerakan pengayak adalah Rumus 2.32.

$$V = \frac{0,21}{200}$$

$$V = 4 \text{ m/min} \approx 0,06 \text{ m/s}$$

4.1.3.3. Kontrol Tegangan pada Komponen Kritis

Timbulnya getaran yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen yang kritis. sehingga dalam perancangan memerlukan kontrol tegangan agar komponen yang kritis terhindar dari kerusakan. Kontrol tegangan kritis pada rancangan mesin penepung biji sorgum adalah pada poros mata potong dan poros pengayak.

1. Poros Mata Potong

Poros Mata Potong memiliki diameter 30 mm dengan panjang 300 mm. Material poros adalah stainless steel yang mempunyai tegangan geser ijin sebesar 58 N/mm^2 , maka perhitungan kekuatan poros adalah

$$\begin{aligned} T &= \frac{p \times 60}{2 \times \pi \times n} \\ &= \frac{372 \times 60}{2 \times 3,14 \times 1450} \\ &= 2,4 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\tau = 2,4 \text{ N/m}$$

$$\tau = \frac{Tr}{J} d^4$$

$$= \frac{2,4 (15)}{\frac{\pi}{32} \times d^4}$$

$$= 9,5 \times 10^{-4} \text{ kg/mm}$$

Menghitung tegangan tarik pada poros dengan tegangan tarik maksimal sebesar 58 N/mm^2 , maka perhitungan tegangan tarik pada poros adalah

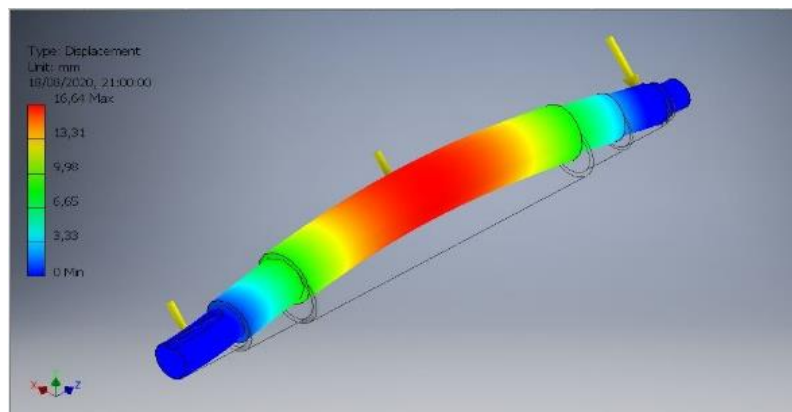
$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \bar{\sigma}$$

$$\frac{P}{A} \leq \bar{\sigma}$$

$$\frac{1,176 \times 10}{\frac{3,14}{4} \times 30^2} \leq 58 \text{ N/mm}^2$$

$$16,64 \text{ N/mm}^2 \leq 58 \text{ N/mm}^2$$

Simulasi pembebanan pada poros mata potong dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Simulasi pembebanan pada poros mata potong

Berdasarkan analisis terhadap pembebanan pada poros mata potong yang dilakukan, tegangan tarik yang terjadi pada poros adalah $16,64 \text{ N/mm}^2$. Jadi setelah dilakukan perhitungan secara manual maupun *software* dapat disimpulkan bahwa poros dengan diameter 30 mm aman jika menerima gaya sebesar $16,64 \text{ N/mm}^2$.

2. Poros Ayakan

Poros ayakan memiliki diameter 30 mm dengan panjang 330 mm. Material poros adalah St. 37 yang mempunyai tegangan geser ijin sebesar 370 N/mm^2 , maka perhitungan kekuatan poros adalah

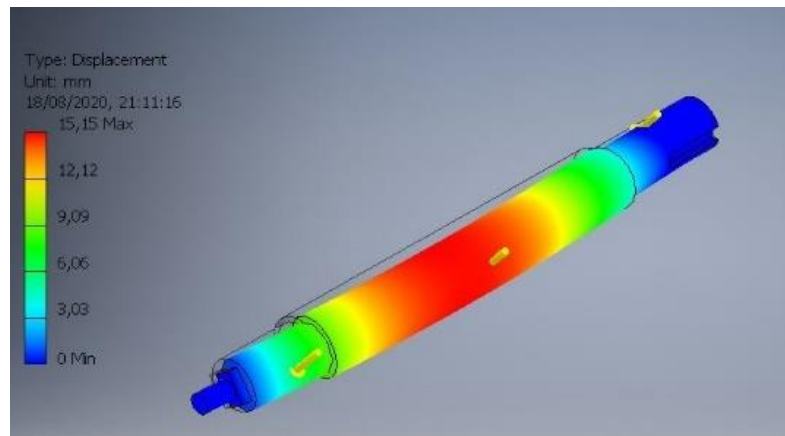
$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \bar{\sigma}$$

$$\frac{P}{A} \leq \bar{\sigma}$$

$$\frac{1,071 \times 1000}{\frac{3,14}{4} \times 30^2} \leq 0,37 \text{ Kg/mm}^2$$

$$0,15 \text{ KN/mm}^2 \leq 0,37 \text{ KN/mm}^2$$

Simulasi pembebanan pada poros ayakan dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Simulasi pembebanan pada poros ayakan

Berdasarkan analisis terhadap pembebanan pada poros ayakan yang dilakukan, tegangan maksimal yang terjadi pada poros adalah $0,15 \text{ KN/mm}^2$. Jadi setelah dilakukan perhitungan secara manual maupun *software* dapat disimpulkan bahwa poros dengan diameter 30 mm aman jika menerima gaya sebesar $0,15 \text{ KN/mm}^2$ atau 15 Mpa.

4.1.4. Penyelesaian

Setelah tahap merancang selesai, maka akan dilakukan tahap penyelesaian akhir sebagai berikut:

1. Membuat gambar susunan

Perincian gambar susunan dapat dilihat pada Lampiran 5

2. Membuat gambar bagian

Perincian gambar bagian dapat dilihat pada Lampiran 6

3. Membuat gambar assembly

Perincian gambar assembly dapat dilihat pada Lampiran 7

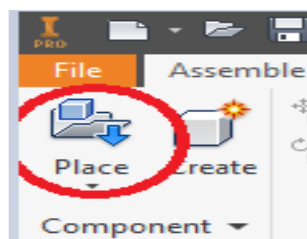
4. Membuat gambar proses perakitan

Perincian gambar proses perakitan dapat dilihat pada Lampiran 8

4.2. Simulasi Pergerakan Sistem

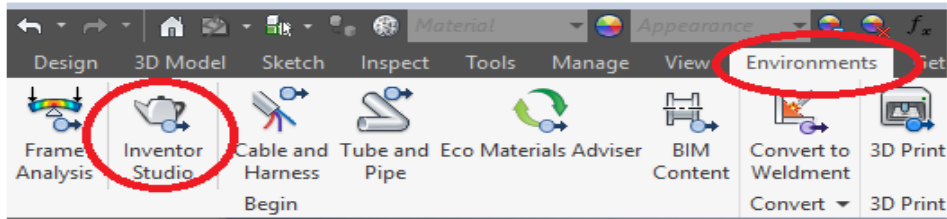
Pada penelitian ini penulis membuat simulasi pergerakan sistem kerja pada mesin dengan menggunakan *software* CAD *Autodesk Inventor* 2016. Adapun beberapa tahapan-tahapan proses pembuatan simulasi sehingga menghasilkan *output* berupa video yaitu sebagai berikut:

1. Buka *software Autodesk Inventor*, kemudian pilih menu *assembly*.
2. *Insert file assembly* mesin penepung biji sorgum yang telah dibuat sebelumnya dengan perintah *place*. Perintah *place* ditunjukkan pada Gambar 4.13.



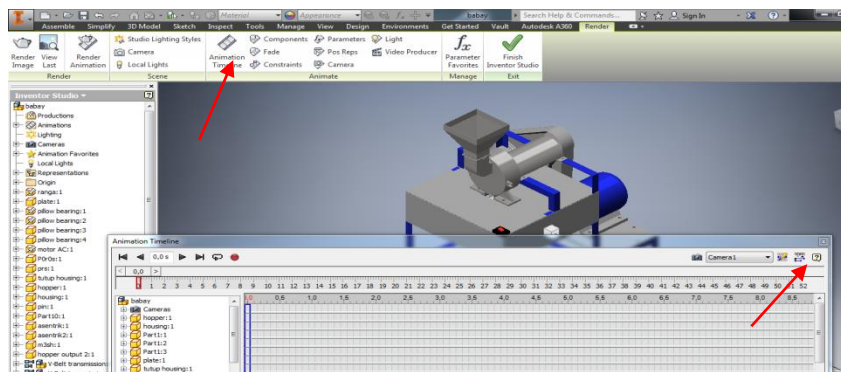
Gambar 4.13. Perintah *Place*

3. Setelah *insert file assembly* dilakukan, pilih *environment* pada menu *toolbar* kemudian pilih *inventor studio* pada menu minibar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.14.



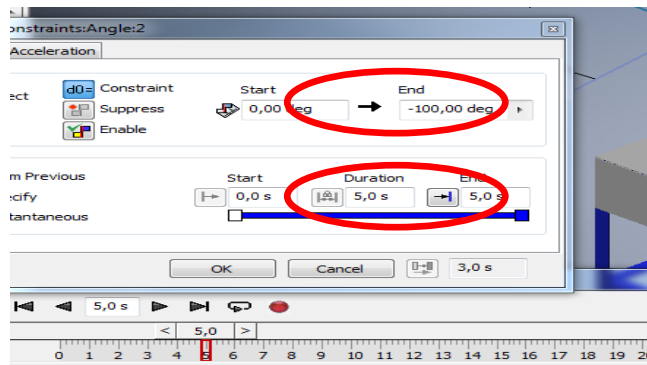
Gambar 4.14. Perintah *Inventor Studio*

4. Membuat *timeline* animasi dengan cara pilih *animation timeline* pada mini bar lalu akan muncul *animation board* kemudian pilih *collapse action editor* untuk membuka *detail animation board* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.15.



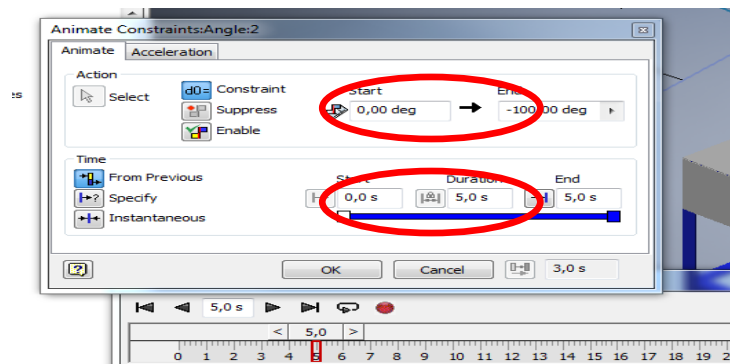
Gambar 4.15. Perintah *Animation Time line*

5. Tahapan berikutnya adalah melakukan *insert* hasil *place constraint* dari rangkain pergerakan mata potong, poros dan *pully*, serta pengayak yang telah dibuat sebelumnya dengan nama *angle:1*. Proses *insert* dilakukan dengan perintah klik kanan pada *angle:1*, kemudian pilih *animate constraints*. Setelah muncul *place animation constraint* isilah data-data yang dibutuhkan di antaranya *animate action start* 0,00 deg lalu *animate action end* 100 deg, lalu *animate animate time start* 0,0s, *animate time duration* 5s, *time end* 52s seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16. Perintah *Animate Constrains Angle:1*

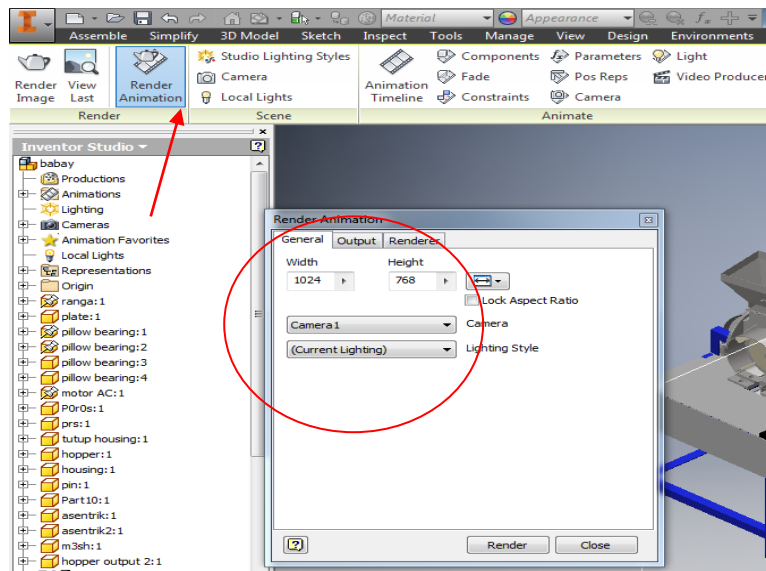
6. Tahapan berikutnya adalah melakukan *insert* hasil *place constraint* dari tutup *housing* dan *housing* yang telah dibuat sebelumnya dengan nama *angle:2*. Proses *insert* dilakukan dengan perintah klik kanan pada *angle:2*, kemudian pilih *animate constraints*. Setelah muncul *place animation constraint* isilah data-data yang dibutuhkan di antaranya *animate action start 50 deg* lalu *animate action end 0 deg*, lalu *animate animate time start 0,0s*, *animate time duration 5s*, *time end 5s* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.17



Gambar 4.17. Perintah *Animate Constrains Angle:2*

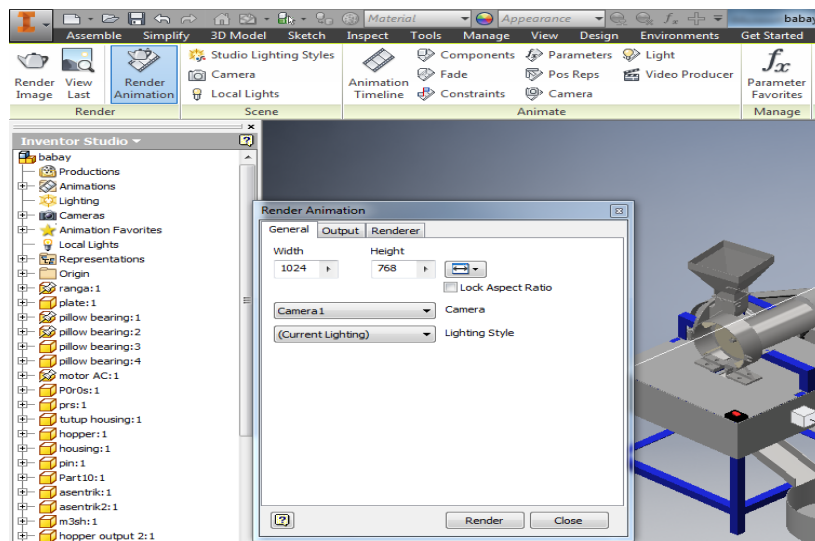
7. Setelah rangkaian *animation timeline* selesai dibuat tahapan selanjutnya adalah membuat video simulasi dengan format AVI dengan perintah pilih *render animation* pada mini bar, setelah muncul *place render animation* isilah data-data yang diperlukan misalnya *general width 1024* dan *general height 768*,

output frame rate 60, ceklis pilihan *preview render* dan *lauch player*, atur output *time range* dari 0s ke 80s seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18. Perintah *Render Animation*

8. Pilih *render*, kemudian tunggu proses *rendering* selesai dilakukan. *Render output* ditunjukkan pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19. *Render Output*

Hasil yang didapatkan dari simulasi pergerakan sistem kerja pada mesin penepung biji sorgum adalah Pada saat posisi saklar on, maka motor berputar menggerakkan poros sistem penepung yang ditransmisikan oleh *pulley* dan poros sistem penepung mentransmisikan putarannya ke poros ayakan. poros sistem penepung akan memproses biji yang telah dimasukan melalui *hopper input* sehingga terjadi proses penepungan. Kemudian setelah diproses pada sistem penepung, tepung akan keluar dan melewati *mesh 70* yang digerakkan oleh poros ayakan. setelah melewati proses ayakan tepung halus akan keluar melalui *hopper output*.

4.3. Pembuatan OP, Perakitan Komponen dan Perawatan

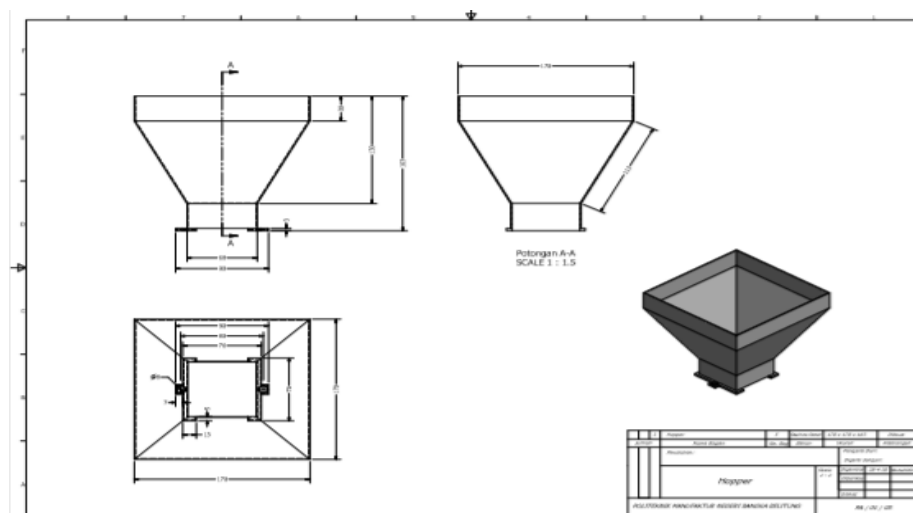
Pada tahap ini akan diuraikan proses pembuatan OP komponen mesin, proses perakitan komponen mesin dan kegiatan perawatan pada mesin penepung biji sorgum.

4.3.1. Pembuatan OP

Proses pembuatan komponen mengikuti *Operational Plan (OP)* dengan metode penomoran. Komponen-komponen yang dibuat adalah sebagai berikut:

a. Pembuatan *Hopper Input*

Gambar *hopper input* dapat dilihat pada Gambar 4.20. Langkah-langkah pembuatan OP *hopper input* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.20. *Hopper input*

Gerinda Potong

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin gerinda potong
- 1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 170 mm
- 1.10. Proses pemotongan benda kerja dengan lebar 30 mm
- 1.15. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang sisi atas 170 mm
- 1.20. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang sisi bawah 68 mm
- 1.25. Proses pemotongan benda kerja dengan tinggi 100 mm
- 1.30. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 68 mm
- 1.35. Proses pemotongan benda kerja dengan lebar 30 mm
- 2.01. Periksa benda kerja dan gambar kerja
- 2.02. *Setting* Mesin gerinda potong
- 2.05. Proses pemotongan benda kerja dengan lebar 20 mm
- 2.10. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 76 mm

Mesin Bor

- 1.01. Periksa gambar kerja
- 1.02. *Setting* mesin bor, gunakan mata bor diameter 8 mm
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin bor
- 1.05. Proses pengeboran diameter 8 mm

Gerinda Potong

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin gerinda potong
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.04. Cekam benda kerja pada ragum
- 1.05. Proses pemotongan dengan panjang 33 mm
- 1.10. Proses pemotongan dengan panjang 7 mm
- 2.04. Cekam benda kerja sisi sebaliknya

2.05. Proses pemotongan dengan panjang 8 mm

2.10. Proses pemotongan dengan panjang 66 mm

Mesin Las

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin las dengan ampere 60-70

1.05. Proses pengelasan bagian atas *hopper*

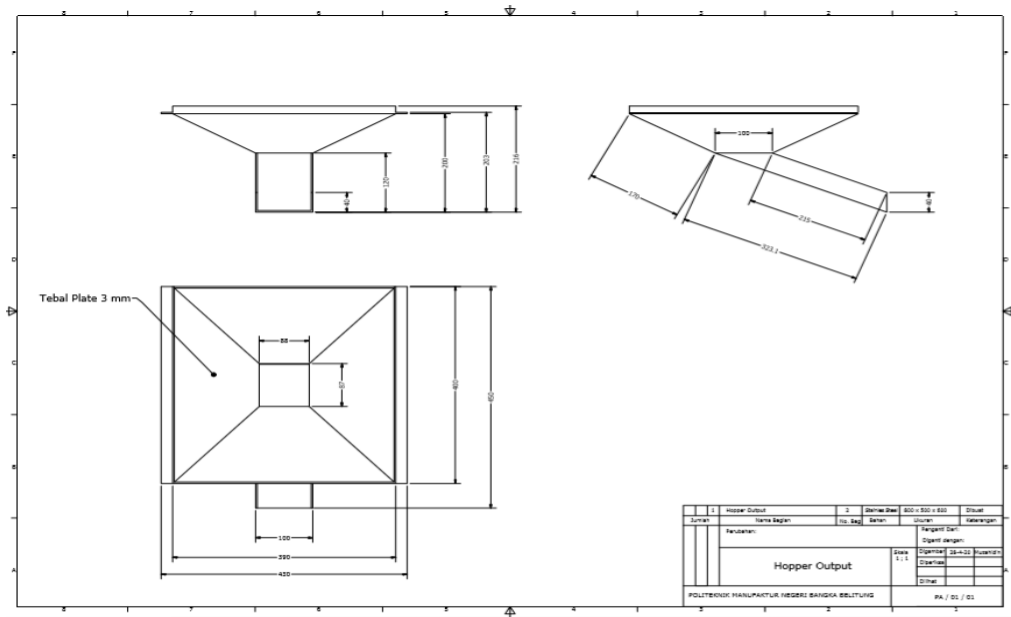
1.10. Proses pengelasan bagian tengah *hopper*

1.15. proses pengelasan bagian bawah *hopper*

1.20. proses pengelasan seluruh bagian *hopper*

b. Pembuatan *Hopper Output*

Gambar *hopper output* dapat dilihat pada Gambar 4.21. Langkah-langkah pembuatan OP *hopper output* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.21. *Hopper output*

Gerinda Potong

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin gerinda potong beserta mata potongnya

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 300 mm dan lebar 13 mm sebanyak 2 buah

1.10. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 435 mm dan lebar 13 mm sebanyak 2 buah

1.15. Proses pemotongan benda kerja berbentuk trapesium dengan panjang sisi atas 300 mm, sisi bawah 100 mm dan tinggi 120 mm sebanyak 2 buah

1.20. Proses pemotongan benda kerja berbentuk trapesium dengan panjang sisi atas 435 mm, sisi bawah 100 mm dan tinggi 120 mm sebanyak 2 buah

1.25. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 335 mm dan lebar 100 mm

1.30. Proses pemotongan benda kerja berbentuk trapesium dengan panjang sisi atas 335 mm, sisi bawah 224 mm, lebar sisi kanan 50 mm dan lebar sisi kiri 100 mm sebanyak 2 buah

Mesin Las

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin las dengan ampere 60-70

1.05. Proses pengelasan bagian atas *hopper output*

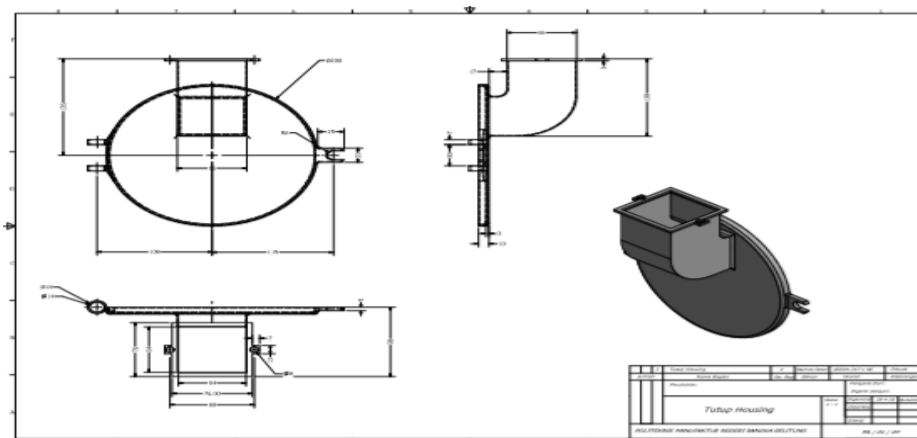
1.10. Proses pengelasan bagian tengah *hopper output*

1.15. Proses pengelasan bagian bawah *hopper output*

1.20. Proses pengelasan seluruh bagian *hopper output*

c. Pembuatan Tutup *Housing*

Gambar tutup *housing* dapat dilihat pada Gambar 4.22. Langkah-langkah pembuatan OP tutup *housing* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.22. Tutup *Housing*

Gerinda Potong (Bagian Atas)

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin gerinda potong dan perlengkapannya
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 90 mm
- 1.10. Proses pemotongan benda kerja dengan lebar 76 mm

Mesin Bor (Pembuatan Lubang)

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin bor dan mata bor diameter 8 mm
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin bor
- 1.05. Proses pengeboran diameter 8 mm
- 1.10. Proses pengeboran diameter 8 mm

Gerinda Potong (Bagian Atas)

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin gerinda potong dan perlengkapannya
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.05. Proses pemotongan benda kerja sisi kanan dengan panjang 32 mm
- 1.10. Proses pemotongan benda kerja sisi kanan dengan panjang 7 mm
- 1.15. Proses pemotongan benda kerja sisi kiri dengan panjang 32 mm
- 1.20. Proses pemotongan benda kerja sisi kiri dengan panjang 7 mm
- 1.25. Proses pemotongan benda kerja bagian tengah dengan panjang 64 mm
- 1.30. Proses pemotongan benda kerja bagian tengah dengan lebar 64 mm

Gerinda Potong (Lubang *Input*)

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin gerinda potong dan perlengkapannya
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.05. Proses pemotongan dengan panjang 66 mm

1.10. Proses pemotongan dengan radius 66 mm

1.15. Proses pemotongan dengan radius 8,5 mm

Mesin Blender (Bagian Penutup)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin blender dan perlengkapannya

1.03. *Marking* benda kerja

1.05 Proses pemotongan benda kerja dengan diameter 202 mm

Gerinda Potong

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin gerinda potong

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses penggerindaan sisi samping penutup dengan diameter 200 mm

2.03. *Marking* benda kerja

2.05. Proses pemotongan lubang dengan panjang 66 mm

2.10. Proses pemotongan lubang dengan panjang 66 mm

Gerinda Potong (Sambungan Penutup)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin gerinda potong dan perlengkapan

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pemotongan dengan panjang 628 mm dan lebar 7 mm

Mesin Bending Pelat

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin bending pelat

1.05. Proses penekukan pelat hingga menjadi lingkaran

Mesin Las

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin las dengan ampere 60-70 dan perlengkapannya

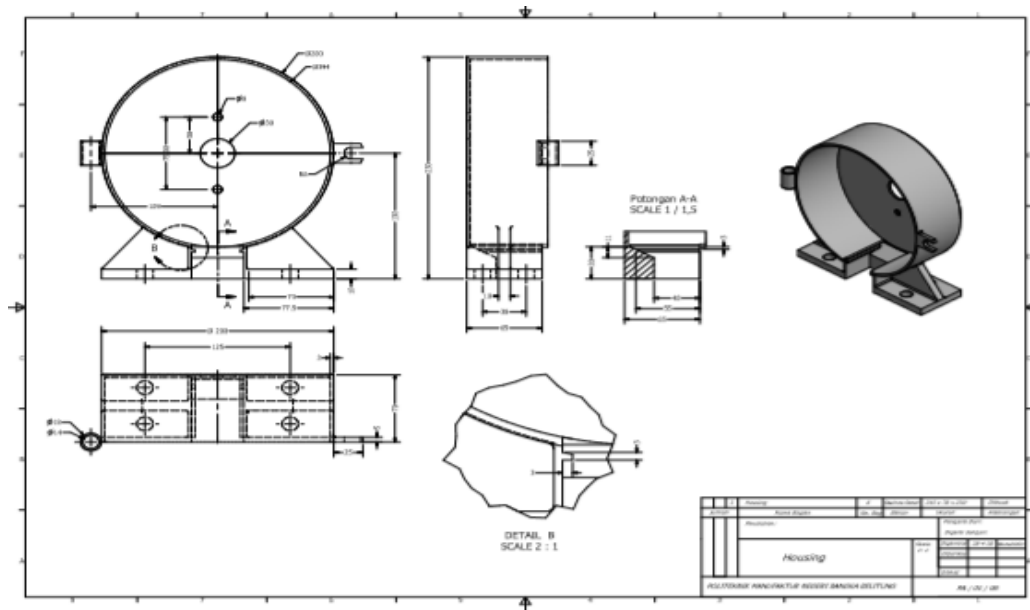
1.05. Proses pengelasan *assembly* bagian *input*

1.10. Proses pengelasan *assembly* bagian *output*

1.15. Proses pengelasan *assembly* seluruh bagian penutup *housing*

d. Pembuatan *Housing*

Gambar *housing* dapat dilihat pada Gambar 4.23. Langkah-langkah pembuatan OP *housing* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.23. *Housing*

Gerinda Potong (Bentangan)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin gerinda potong beserta perlengkapannya

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 582,87 mm

1.10. Proses pemotongan benda kerja dengan lebar 67 mm

Mesin Blender

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* blender beserta perlengkapannya

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan radius 204 mm

Mesin Bor (Pembuatan Lubang)

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin bor beserta mata bor diameter 8 mm
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.04. Cekam benda kerja dengan clamp pada mesin bor
- 1.05. Proses pengeboran benda kerja dengan diameter 8 mm sebanyak 2 lubang
- 2.02. *Setting* mesin bor beserta mata bor diameter 10 mm
- 2.05. Proses pengeboran dengan diameter 10 mm
- 3.02. *Setting* mesin bor beserta mata bor diameter 20 mm
- 3.05. Proses pengeboran dengan diameter 20 mm
- 4.02. *Setting* mesin bor beserta mata bor diameter 30 mm
- 4.05. Proses pengeboran dengan diameter 30 mm

Gerinda Potong (Pembuatan Bagian Kaki *Housing*)

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin gerinda potong beserta perlengkapannya
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 73 mm sebanyak 2 buah
- 1.10. Proses pemotongan benda kerja dengan lebar 65 mm sebanyak 2 buah

Mesin Frais (Pembuatan Bagian Kaki *Housing*)

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin frais beserta mata potongnya
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin frais
- 1.05. Proses pengefraisan benda kerja dengan tebal 10 mm
- 2.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 2.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin frais
- 2.05. Proses pengefraisan benda kerja dengan tebal 10 mm
- 3.02. *Setting* mesin frais dengan mata bor diameter 14 mm

3.03. *Marking* benda kerja sesuai gambar kerja

3.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin frais

3.05. Proses pengeboran benda kerja dengan diameter 14 mm dengan jarak sumbu 38 mm sebanyak 2 lubang

4.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

4.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin frais

4.05. Proses pengeboran benda kerja dengan diameter 14 mm dengan jarak sumbu 38 mm sebanyak 2 lubang

Gerinda Potong (Pembuatan Engsel)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin gerinda beserta mata potong

1.03. *Marking* benda kerja

1.04. Cekam benda kerja pada ragum

1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 25 mm

Gerinda Potong (Pembuatan Pengunci *Housing*)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin gerinda beserta mata potong

1.03. *Marking* benda kerja

1.04. Cekam benda kerja pada ragum

1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 25 mm

Mesin Frais (Alur Pengunci)

1.01. Periksa gambar kerja

1.02. *Setting* mesin frais beserta mata potong end mill diameter 6 mm

1.03. *Marking* benda kerja

1.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin frais

1.05. Proses pengefraisan benda kerja dengan panjang 6 mm

Gerinda Potong (Pembuatan Alur *Output*)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin gerinda beserta mata potong

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 55 mm dan lebar 33 mm

1.10. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 40 mm

2.01. periksa gambar kerja

2.03. *Marking* benda kerja

2.05. proses pemotongan benda kerja dengan panjang 55 mm, lebar 3 mm, dan tinggi 3 mm

Mesin Las (Penyambungan Bagian-bagian *Housing*)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

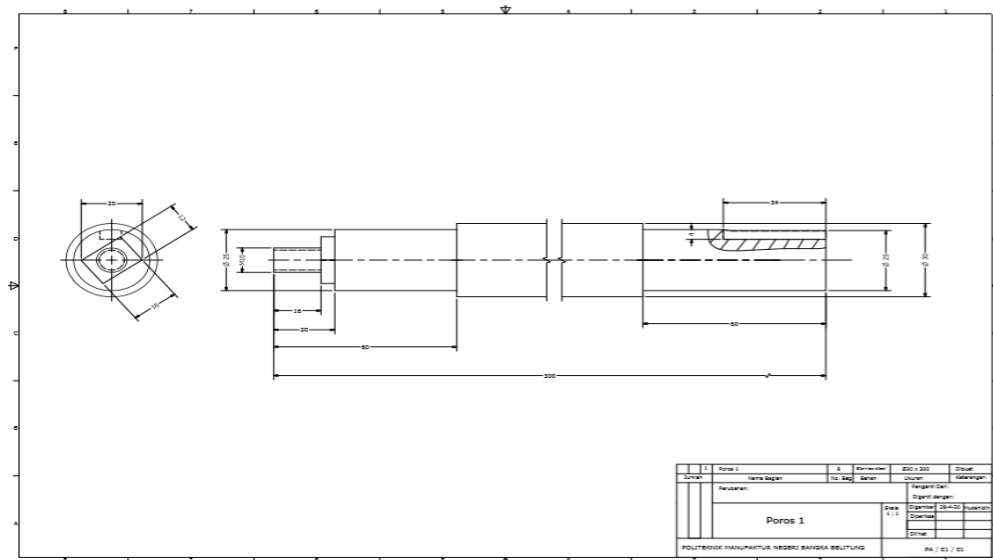
1.02. *Setting* mesin las dengan ampere 70-80

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pengelasan *assembly* seluruh bagian *housing*

e. Pembuatan Poros Mata Potong

Gambar poros mata potong dapat dilihat pada Gambar 4.24. Langkah-langkah pembuatan OP poros mata potong adalah sebagai berikut:



Gambar 4.24. Poros mata potong

Mesin bubut

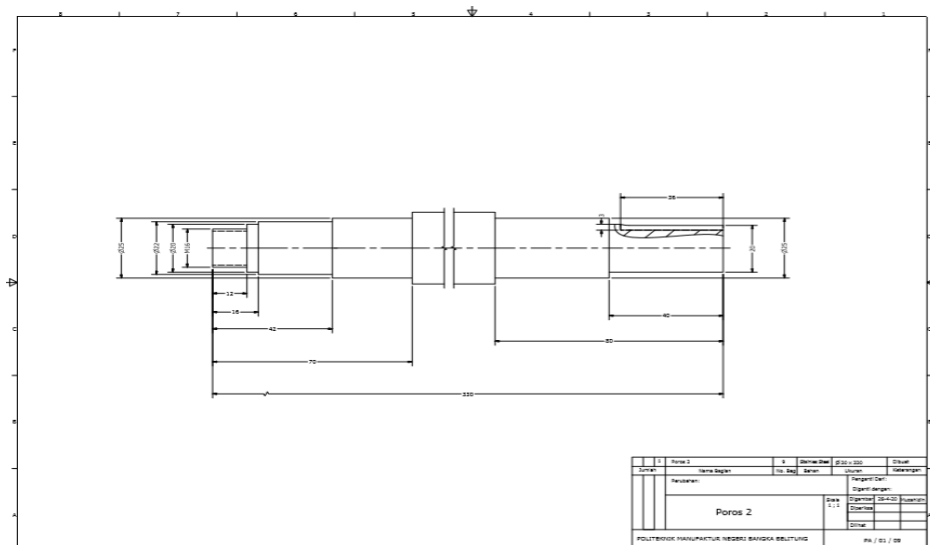
1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

- 1.02. *Setting* mesin bubut beserta perlengkapannya
 - 1.04. Cekam benda kerja pada chuck mesin bubut
 - 1.05. Proses pembubutan benda kerja dengan diameter 25 mm sepanjang 70 mm
 - 1.10. Proses pembubutan benda kerja dengan diameter 22 mm sepanjang 42 mm
 - 1.15. Proses pembubutan benda kerja dengan diameter 20 mm sepanjang 16 mm
 - 1.20. Proses pembubutan bakal ulir dengan diameter 15,8 mm sepanjang 12 mm
 - 2.04. Cekam benda kerja posisi sebaliknya
 - 2.05. Proses pembubutan benda kerja dengan diameter 25 mm sepanjang 80 mm
 - 2.10. Proses pembubutan benda kerja dengan diameter 20 mm sepanjang 40 mm
- Mesin Frais

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin frais beserta mata potong *end mill* diameter 6 mm
- 1.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin frais
- 1.05. Proses pengefraisan lubang pasak dengan kedalaman 3 mm sepanjang 31 mm

f. Pembuatan Poros Ayakan

Gambar poros ayakan dapat dilihat pada Gambar 4.25. Langkah-langkah pembuatan OP poros *mesh* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.25. Poros ayakan

Mesin Bubut

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin bubut beserta perlengkapannya
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.04. Cekam benda kerja pada chuck mesin bubut
- 1.05. Proses pembubutan benda kerja dengan diameter 30 mm dan panjang 160 mm
- 1.10. Proses pembubutan benda kerja dengan diameter 25 mm dan panjang 60 mm
- 2.04. Cekam benda kerja sebaliknya pada *chuck* mesin bubut
- 2.05. Proses pembubutan benda kerja dengan diameter 30mm dan panjang 140 mm
- 2.10. Proses pembubutan benda kerja dengan diameter 25 mm dan panjang 60 mm
- 2.15. Proses pembubutan bakal ulir dengan diameter 8,5 mm dan panjang 16 mm

Mesin Frais

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin frais beserta mata potong *endmill* diameter 10 mm
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin frais
- 1.05. Proses pengefraisan benda kerja dengan lebar pemakanan 4 mm dan panjang 30 mm
- 2.04. Cekam benda kerja posisi sebaliknya
- 2.05. Proses pengefraisan benda kerja dengan lebar pemakanan 4 mm dan panjang 30 mm
- 3.04. Cekam benda kerja posisi sebaliknya
- 3.05. Proses pengefraisan benda kerja dengan lebar pemakanan 4 mm dan panjang 30 mm
- 4.04. Cekam benda kerja posisi sebaliknya
- 4.05. Proses pengefraisan benda kerja dengan lebar pemakanan 4mm dan panjang 30 mm
- 5.01 Periksa gambar kerja dan benda kerja

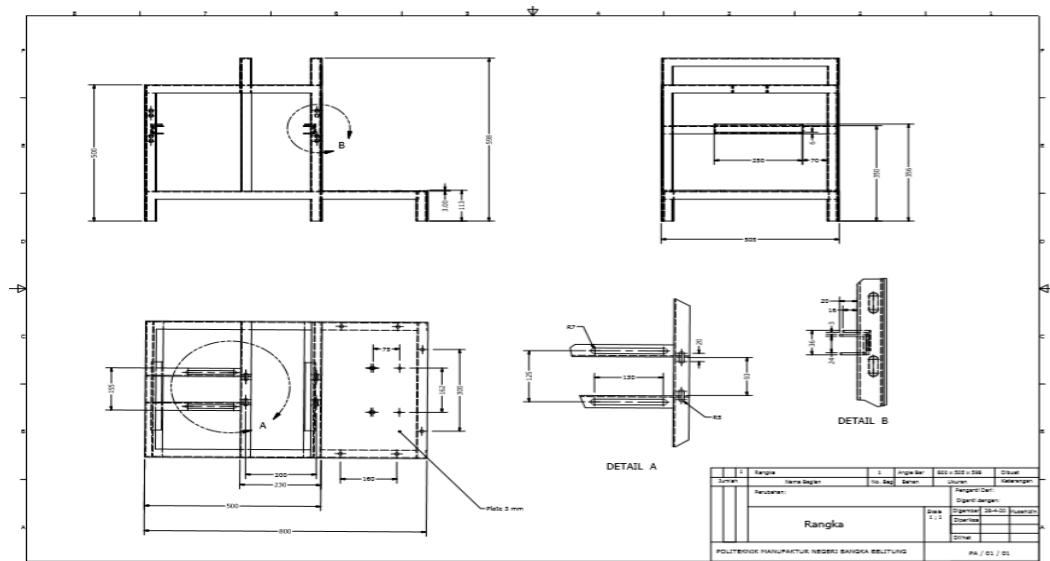
5.02 Setting mesin frais beserta mata potong end mill diameter 6mm

5.04 Cekam benda kerja pada ragum mesin frais

5.05 Proses pengefraisan benda kerja dengan dalam 4mm sepanjang 31mm

g. Pembuatan Rangka

Gambar rangka dapat dilihat pada Gambar 4.26. Langkah-langkah pembuatan OP rangka adalah sebagai berikut:



Gambar 4.26. Rangka

Gerinda Potong

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. Setting mesin gerinda potong dan perlengkapannya

1.03. Marking benda kerja

1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 113 mm sebanyak 4 buah

1.10. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 800 mm sebanyak 2 buah

1.15. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 500 mm sebanyak 6 buah

1.20. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 440 mm sebanyak 6 buah

1.25. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 250 mm sebanyak 2 buah

1.30. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 485 mm sebanyak 3 buah

1.35. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 240 mm sebanyak 2 buah

1.40. Proses pemotongan plat dengan panjang 500 mm dan lebar 300 mm

Mesin Frais

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin frais dengan mata potong *endmill* diameter 14 mm

1.03. *Marking* benda kerja

1.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin frais

1.05. Proses pengefraisan benda kerja sepanjang 130 mm

2.04. Cekam benda kerja berikutnya

2.05. Proses pengefraisan benda kerja sepanjang 130 mm

3.02. *Setting* mesin frais dengan mata potong *endmill* diameter 10 mm

3.03. *Marking* benda kerja

3.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin frais

3.05. Proses pengefraisan benda kerja sepanjang 20 mm sebanyak 2 lubang

4.04. Cekam benda kerja berikutnya

4.05. Proses pengefraisan benda kerja sepanjang 20 mm sebanyak 2 lubang

Mesin Bor

1.01. Periksa gambar kerja

1.02. *Setting* mesin bor beserta mata bor diameter 10 mm

1.03. *Marking* benda kerja

1.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin bor

1.05. Proses pengeboran benda kerja dengan diameter 10 mm sebanyak 2 lubang

2.04. Cekam benda kerja berikutnya

2.05. Proses pengeboran benda kerja dengan diameter 10 mm sebanyak 2 lubang

3.04. Cekam benda kerja berikutnya

3.05. Proses pengeboran benda kerja dengan diameter 10 mm sebanyak 2 lubang

Bor Tangan (Pengeboran Pelat)

1.01. Periksa gambar kerja

1.02. *Setting* mesin bor tangan dengan mata bor diameter 10 mm

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pengeboran benda kerja dengan diameter 10 mm sebanyak 8 lubang
Mesin Las

1.01. Periksa gambar kerja

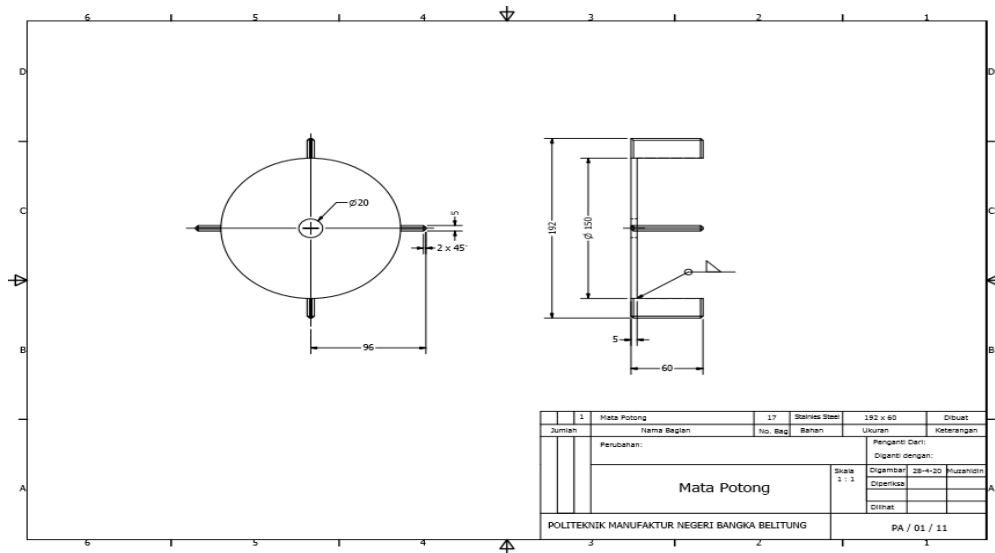
1.02. *Setting* mesin las dengan ampere 60-70

1.05. Proses pengelasan *assembly* seluruh bagian bawah rangka dengan bagian tengah rangka

1.10. Proses pengelasan *assembly* bagian dengan bagian atas rangka

h. Pembuatan Sistem Penampung

Gambar sistem penampung dapat dilihat pada Gambar 4.27. Langkah pembuatan OP sistem penampung adalah sebagai berikut:



Gambar 4.27. Sistem penampung

Blender/Las Potong (Pembuatan *Base*)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin blender beserta perlengkapannya

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan diameter 155 mm

Mesin Bor (Pembuatan Lubang *Base*)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin bor beserta mata bor diameter 8 mm

1.03. *Marking* benda kerja

1.04. Cekam benda kerja dengan clamp pada mesin bor

1.05. Proses pengeboran diameter 8 mm

1.10. Proses pengeboran diameter 8 mm

2.02. *Setting* mesin bor beserta mata bor 10 mm

2.05. Proses pengeboran diameter 10 mm

3.02. *Setting* mesin bor beserta mata potong 25 mm

3.05. Proses pengeboran diameter 25 mm

Mesin Bubut (*FinishingBase*)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin bubut beserta perlengkapannya

1.04. Cekam benda kerja pada *chuck* mesin bubut

1.05. Proses pembubutan benda kerja dengan diameter 150 mm sepanjang 10 mm

Gerinda Potong (Pelat Gesek)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin gerinda potong beserta perlengkapannya

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 66 mm dan lebar 22 mm

Mesin Frais (*Finishing Pelat Gesek*)

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin frais beserta mata potong *end mill* 15 mm

1.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin frais

1.05. Proses pengefraisan benda kerja dengan tebal 10 mm

2.04. Cekam benda kerja sisi sebaliknya

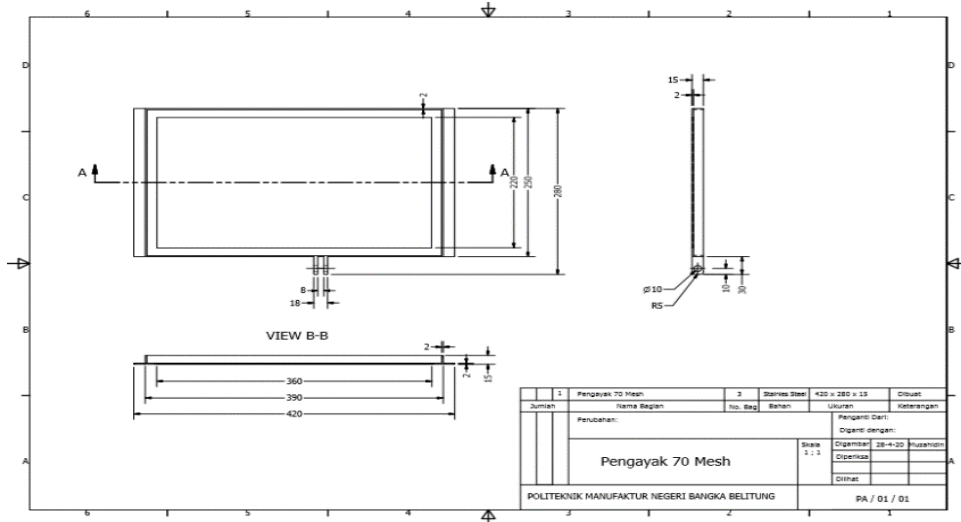
2.05. Proses pengefraisan benda kerja dengan lebar 21 mm

3.04. Cekam benda kerja sisi atas bawah

3.05. Proses pengefraisan benda kerja dengan tinggi 65 mm

i. Pembuatan Ayakan

Gambar ayakan dapat dilihat pada Gambar 4.28. Langkah-langkah pembuatan OP ayakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.28. Ayakan

Gerinda Potong

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin gerinda potong beserta perlengkapannya
- 1.03. *Marking* benda kerja
- 1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 435 mm sebanyak 2 buah
- 1.10. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 300 mm sebanyak 2 buah
- 2.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 2.03. *Marking* benda kerja
- 2.05. Proses pemotongan *mesh* dengan panjang 399 mm dan lebar 264 mm
- 3.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 3.03. *Marking* benda kerja
- 3.05. Proses pemotongan benda kerja dengan radius 10 mm dan panjang 20 mm

Bor Tangan

- 1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02. *Setting* mesin bor tangan dan mata potong diameter 6 mm

1.03. *Marking* benda kerja

1.04. Cekam benda kerja pada ragum

1.05. Proses pengeboran dengan diameter 6 mm

2.04. Cekam benda kerja pada ragum

2.05. Proses pengeboran dengan diameter 6 mm

Mesin Las

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin las dengan *ampere* 60-70

1.05. Proses pengelasan bagian dudukan mesin

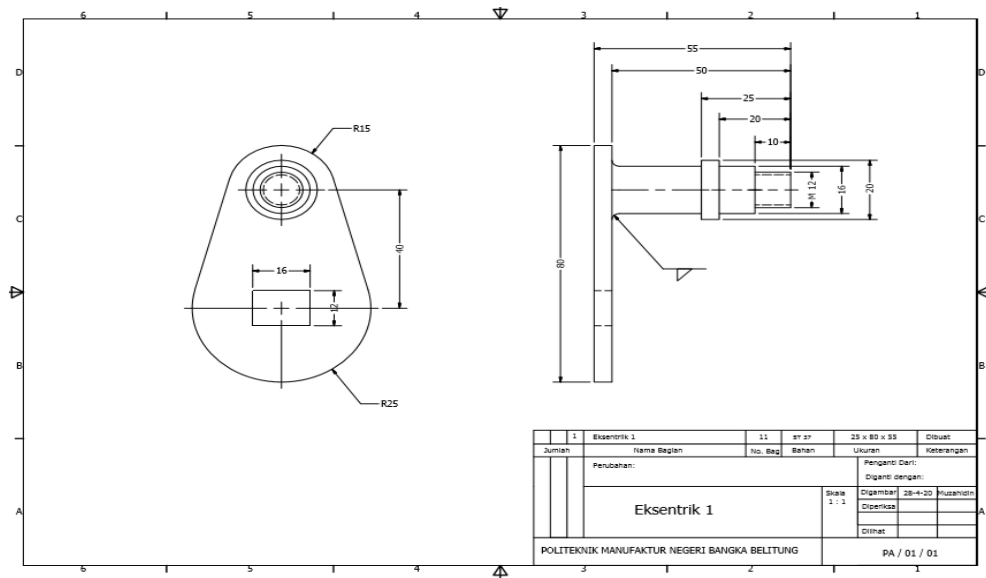
1.10. Proses pengelasan pin bagian kiri dan kanan

1.15. Proses pengelasan penghubung eksentrik

1.20. Proses pengelasan bagian *mesh*

j. Pembuatan Eksentrik 1

Gambar eksentrik 1 dapat dilihat pada Gambar 4.29. Langkah-langkah pembuatan OP eksentrik 1 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.29. Eksentrik 1

Mesin Bubut

1.01. Periksa gambar kerja dan benda kerja

1.02. *Setting* mesin bubut dan perlengkapannya

1.04. Cekam mesin benda kerja pada mesin bubut

1.05. Proses pembubutan benda kerja diameter 20 mm sepanjang 25 mm

1.10. Proses pembubutan benda kerja diameter 16 mm sepanjang 20 mm

1.15. Proses pembubutan bakal ulir diameter 11,85 mm sepanjang 10 mm

2.04. Cekam benda kerja posisi sebaliknya

2.05. Proses pembubutan benda kerja diameter 16 mm sepanjang 25 mm

Gerinda Potong

1.01. Periksa gambar kerja

1.02. *Setting* mesin gerinda potong

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan tinggi 80 mm dan lebar sisi atas 30 mm dan sisi bawah 50 mm

Blender/Las Potong (Pembuatan *Radius*)

1.01. Periksa gambar kerja

1.02. *Setting* mesin las potong beserta perlengkapan

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pemotongan dengan *radius* 15 mm

1.10. Proses pemotongan dengan *radius* 25 mm

Blender/Las Potong (Pembuatan Alur)

1.01. Periksa gambar kerja

1.02. *Setting* mesin las potong beserta perlengkapan

1.03. *Marking* benda kerja

1.04. Cekam benda kerja pada ragum

1.05. Proses pemotongan dengan panjang 15 mm dan lebar 12 mm

Mesin Las

1.01. Periksa gambar kerja

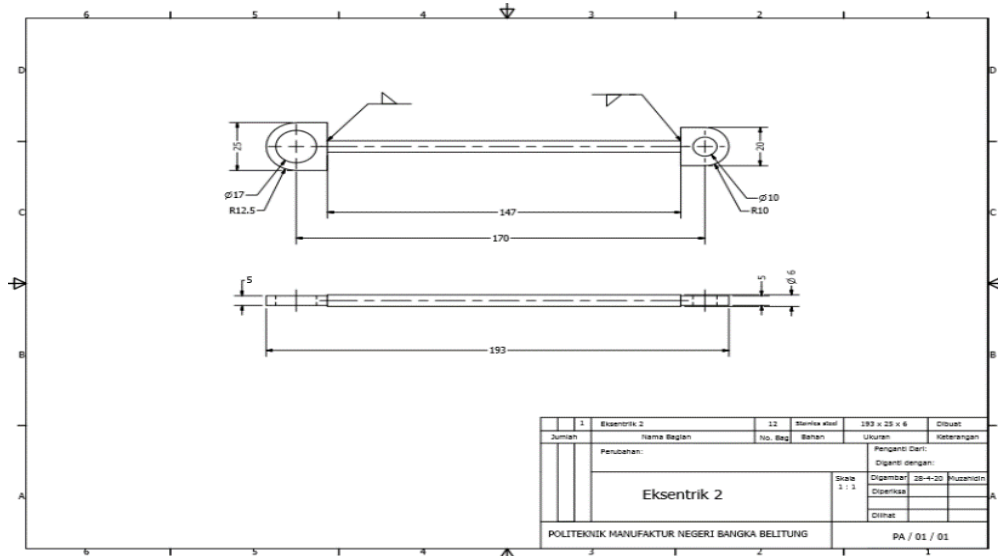
1.02. *Setting* mesin las dengan ampere 60-70

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pengelasan assembly bagian eksentrik.

k. Pembuatan Eksentrik 2

Gambar eksentrik 2 dapat dilihat pada Gambar 4.30. Langkah-langkah pembuatan OP eksentrik 2 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.30. Eksentrik 2

Gerinda Potong

1.01. Periksa gambar kerja

1.02. *Setting* mesin gerinda potong

1.03. *Marking* benda kerja

1.05. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 147 mm

1.10. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 25 mm dan lebar 25 mm

1.15. Proses pemotongan benda kerja dengan panjang 20 mm dan lebar 20 mm

Mesin Bor

1.01. Periksa gambar kerja

1.02. *Setting* mesin bor beserta mata bor diameter 10 mm

1.03. *Marking* benda kerja

1.04. Cekam benda kerja pada ragum mesin bor

- 1.05. Proses pengeboran dengan diameter 10 mm
- 2.04. Cekam benda kerja berikutnya
- 2.05. Proses pengeboran dengan diameter 10 mm
- 3.02. *Setting* mata bor diameter 17 mm
- 3.05. Proses pengeboran diameter 17 mm

Mesin Las

- 1.01. Periksa gambar kerja
- 1.02. *Setting* mesin las dengan ampere 60-70
- 1.05. Proses pengelasan bagian batang eksentrik

4.3.2. Perakitan Mesin

Pada tahap ini komponen-komponen mesin dirakit sesuai dengan gambar kerja yang sudah dibuat.

1. Tahap pertama, menyiapkan kerangka yang sudah di proses.
2. Tahap kedua, memasang *hopper output* pada kerangka mesin
3. Tahap ketiga, memasang ayakan penepung pada bagian atas *hooper output*.
4. Selanjutnya adalah tahapan keempat, yaitu memasukan poros sistem penepung kedalam *pillow block bearing* dan memasangnya pada kerangka mesin dengan baut pengikat.
5. Setelah itu tahap kelima memasukan poros ayakan kedalam *pillow block bearing* dan memasangnya pada bagian kerangka mesin dengan baut pengikat.
6. Tahap keenam adalah memasang bagian *housing* pada kerangka mesin dengan baut pengikat.
7. Tahap ketujuh, memasang bagian mata potong pada bagian *housing* dengan cara memasukan kedalam poros dan di ikat dengan baut pengikat.
8. Kemudian tahap kedelapan, memasang *hooper input* ke penutup *housing* dengan baut pengikat.
9. Tahap kesembilan adalah memasang penutup *housing* ke *housing* dengan cara menyelipkan ke bagian engsel.

10. Tahap kesepuluh, memasang bagian eksentrik dari poros ayakan ke ayakan dengan baut pengikat.
11. Tahap kesebelas, memasang *pulley* pada poros sistem penepung dan poros ayakan dengan baut pengikat
12. Tahap kedua belas yaitu memasang motor AC ke kerangka mesin dengan baut pengikat.
13. Tahap terakhir adalah memasang *belt* mesin.

4.3.3. Perawatan Mesin

Proses perawatan merupakan suatu tindakan yang dilakukan oleh manusia untuk menjaga benda tersebut dari kerusakan atau memperpanjang usia pakainya. Perawatan juga dapat diartikan suatu kombinasi dari semua tindakan yang dilakukan dalam rangka mempertahankan atau mengembalikan sesuatu pada kondisi yang dapat diterima. Perawatan yang diterapkan pada mesin penepung biji sorgum adalah perawatan pencegahan (*preventive maintenance*).

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang dilakukan dengan jarak tertentu yang bertujuan untuk menghilangkan kemungkinan terjadinya gangguan atau kerusakan pada mesin. Perawatan pencegahan di antaranya adalah melakukan pelumasan standar dan pembersihan standar.

Pelumasan dan kebersihan suatu mesin adalah tindakan yang paling dasar yang harus dilakukan sebelum dan sesudah menggunakan mesin karena jika mesin tidak dilumasi dan tidak dibersihkan dapat menyebabkan terjadinya keausan dan korosi yang merupakan faktor utama penyebab kerusakan elemen-elemen mesin. Perawatan mesin penepung biji sorgum lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berikut ini adalah kesimpulan yang diperoleh dari kegiatan perancangan mesin penepung biji sorgum:

1. Terwujudnya rancangan mesin penepung biji sorgum. Dengan hasil rancangan berupa sistem penepung tipe *disk mill*, motor AC dengan daya 0,5 hp, transmisi puli dan sabuk, dimensi mesin 80x50x60 cm dan pengayak yang digunakan adalah pengayak eksternal dengan tingkat kehalusan *mesh 70*.
2. Terwujudnya mekanisme pergerakan mesin penepung biji sorgum.
3. Terwujudnya OP pembuatan komponen, SOP perakitan komponen, dan sistem perawatan.

5.2. Saran

Guna meningkatkan kinerja mesin dan hasil yang lebih baik, maka ada beberapa saran yang ingin disampaikan sebagai berikut:

1. Dalam proses merancang mesin penepung biji sorgum di masa yang akan datang, ada baiknya motor AC diganti dengan motor bakar agar lebih *portable* atau mudah dipindahkan.
2. Untuk mewujudkan hasil rancangan mesin yang nyata ada baiknya mesin ini dibuat oleh mahasiswa semester akhir selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arustiarso, Alamsyah, Nurhasanah, (2018). “*Pengembangan dan Uji Unjuk Kerja Mesin Penepung Sorgum*”, Banten.
- Dicko, M.H., Gruppen H., Traore A.S., Voragen A.G.J., Van Berkel W.J.H., (2006). “*Phenolic Compound and Related Enzyme as Determinants of Sorghum for Food Use*”, Biotechno Molecular Biology Rev 1.
- Du Plessis, (2008). “*Sorghum Production*”, Republic of South Africa Department of Agriculture. www.nda.agric.za/publications.
- Earp, C.F., C.M. McDonough and L.W. Rooney, (2004). “*Microscopy of pericarp development in the caryopsis of Sorghum bicolor (L.) Moench*”, Journal of Cereal Science 39: 21–27.
- Fitriani R.J, (2016). “*Substitusi Tepung Sorgum terhadap Elongasi dan Daya Terima Mie Basah dengan Volume Air yang Proporsional*”, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Hahn, D.H. and L.W. Rooney, (1986). “*Effect of Genotype on Tannins and Phenols of Sorghum*”, Cereal Chem.
- House, L.R, (1985). “*A Guide of Sorghum Breeding*”. 2ndEd. International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics, India.
- Kaltika, S.S, (2008). “*Uji Performasi Mesin Penepung Tipe Disk (Disk Mill) untuk Penepungan Juwawut*”, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mudjisihono dan Suprpto, (1987). “*Budidaya dan Pengolahan Sorgum*”, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Polman Timah, (1996). “*Teknik Pemeliharaan Mesin 1*”. Politeknik Manufaktur Timah, Sungailiat.
- Sularso dan Kiyakotsu, (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*”, PT. Pradaya Paramita, Jakarta.