



Perancangan Mesin Pembuat Tepung Jagung Kapasitas 5 kg/jam dengan Metode Pahl dan Beitz

Design of Corn Flour Machine with 5 kg/hour Capacity using Pahl and Beitz Methods

Mohammad Galang Adi Prayoga, Dahmir Dahlan dan Arif Riyadi Tatak*

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta 12640, Indonesia

Informasi artikel:

Diterima:
16/11/2022
Direvisi:
24/11/2022
Disetujui:
30/11/2022

Abstract

Corn is among the economic prospects supported by the expansion of the feed and food industries. To preserve corn yields, it can be processed into semi-finished products like corn flour. This paper discusses the design of a machine used to manufacture corn flour. Corn flour is the product that can be produced by the machine. The Pahl & Beitz design method is used to develop concepts. SOLIDWORKS Education Version 2019 is the software used to create three-dimensional images. The concept design utilizing the Pahl and Beitz method yields the selection of one concept variant with a weighting value of 4.82. The design of a corn flour making machine with engine dimensions of 800 mm x 450 mm x 1,500 mm uses a 220 V electric motor with a power of 1.5 hp and a rotational speed of 1400 rpm; the diameter of the shaft is 30 mm, and the diameter of the shell shaft is 25 mm; the transmission used is a set of pulleys measuring 5 inches and 10 inches and a v-belt type A measuring 48 inches and The used bearings are of the UCP205, UCP206, and UCF206 types; the corn-shelling method employs a chain; the paddle for flour employs a diskmill; and the flour sieves have a 1 mm diameter hole. The frame is comprised of 40 mm by 40 mm angle iron; based on the results of the frame simulation, the maximum stress of the components is still less than the material's yield stress.

Keywords: design, Pahl & Beitz, sheller, flour, corn.

SDGs:



Abstrak

Jagung merupakan salah satu prospek ekonomi yang ditopang oleh pertumbuhan usaha pakan dan pangan. Salah satu cara untuk melestarikan hasil panen jagung adalah dengan mengolah jagung menjadi barang setengah jadi seperti tepung jagung. Tulisan ini membahas tentang perancangan mesin pembuat tepung jagung. Produk yang dapat dihasilkan dari mesin yang dirancang adalah tepung jagung. Metode perancangan konsep yang digunakan adalah metode perancangan Pahl & Beitz. Perangkat lunak yang digunakan dalam menghasilkan gambar tiga dimensi adalah SOLIDWORKS Education Version 2019. Hasil dari perancangan konsep dengan metode Pahl & Beitz adalah terpilihnya satu varian konsep dengan nilai pembobotan 4,82. Perancangan mesin pembuat tepung jagung dengan dimensi mesin 800 mm x 450 mm x 1.500 mm penggerak menggunakan motor listrik 220 V dengan daya 1,5 hp dengsn putaran 1400 rpm, diameter poros penepung adalah $\varnothing 30$ mm dan diameter poros pemipil adalah $\varnothing 25$ mm, transmisi yang digunakan adalah *pulley* ukuran 5 *inch* dan 10 *inch* dan *vbelt* type A ukuran 48 *inch* dan 67 *inch*, *Bearing* yang digunakan adalah *bearing* dengan type UCP205, UCP206 dan UCF206, metode pemipilan jagung menggunakan rantai, pemukul untuk penepung menggunakan diskmill dan saringan penepung memiliki diameter lubang $\varnothing 1$ mm. Rangka yang dipakai yaitu besi siku ukuran 40 mm x 40 mm, dari hasil simulasi rangka tegangan maksimal komponen masih lebih kecil dari tegangan *yield* material.

Kata Kunci: perancangan, Pahl & Beitz, pemipil, penepung, jagung.

*Penulis Korespondensi. Tel: -; Handphone: +62 856 4685 1304
email : arif.tatak@univpancasila.ac.id



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

1. PENDAHULUAN

Salah satu negara dengan pulau terbesar adalah Indonesia yang terkenal dengan tanahnya yang subur. Indonesia memiliki tanah yang sangat gembur, yang memungkinkan tanaman tumbuh sangat subur. Indonesia tidak selalu berbicara tentang sawah dan padi di sektor pertanian ada komoditas lain, seperti industri perkebunan yang menghasilkan jagung (Nugraha dan Suteki, 2018). Budidaya jagung telah tersebar di seluruh Indonesia, antara lain Gorontalo, Lampung, Dompus, Bima, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tenggara (Saputra, 2018).

Jagung merupakan salah satu prospek ekonomi yang ditopang oleh pertumbuhan usaha pakan dan pangan. Produk ini terkenal, mudah dibudidayakan, memiliki daya adaptasi yang luas, dan bisa ditanam di tanah yang kesuburannya kurang. Kurangnya informasi tentang tanaman jagung, keahlian teknologi, dan harga panen yang buruk merupakan hambatan utama bagi peningkatan dan minat industri jagung untuk bertani (Fitriyanti, 2017).

Di Indonesia, jagung digunakan sebagai bahan baku industri hingga 60% dan pakan hingga 57% (Ariyani dan Asmawit, 2016). Jagung banyak digunakan dalam masakan sebagai komponen olahan atau setengah jadi, seperti dalam pembuatan kue, oatmeal instan, kopi, dan minuman rendah kalori (Claudia dkk., 2015). Selain sebagai bahan makanan pokok, jagung bisa diolah menjadi beragam produk industri makanan. Diantaranya jagung dapat diolah menjadi sirup, minyak nabati, aneka makanan kecil, maizena, margarine, dan bir. Jagung juga dapat diproses menjadi bahan campuran makanan ternak, terutama unggas (Armanto dkk., 2020).

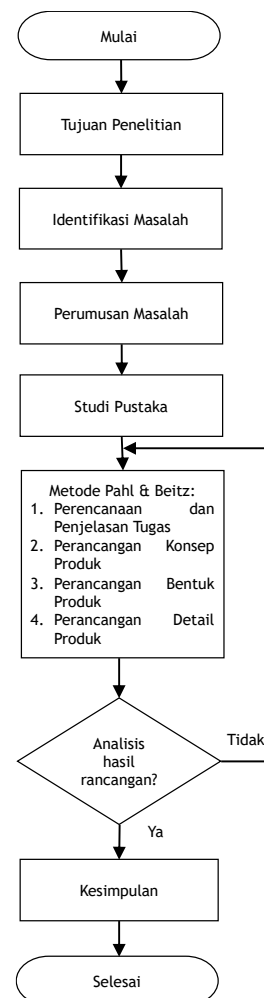
Salah satu cara untuk melestarikan hasil panen adalah dengan mengolah jagung menjadi barang setengah jadi. Tepung terigu merupakan salah satu alternatif pengolahan produk setengah jadi karena lebih mudah disimpan (Malawat, 2015).

Mesin penepung yang ada dipasaran khususnya yang digunakan di industri kecil rumahan sekarang proses pemipilan dan pembuatan tepung masih dipisah. Sehingga memerlukan waktu yang lama untuk menghasilkan

tepung jagung, untuk mengatasi permasalahan tersebut tulisan ini membahas tentang perancangan Mesin Pembuat Tepung Jagung dalam skala kecil. Teknologi yang dikembangkan pada perancangan mesin ini yaitu proses pemipilan jagung dan pembuatan tepung berada di dalam satu mesin untuk menghasilkan 5 kg tepung jagung. Diharapkan mesin ini dapat membantu petani jagung kering pada industri kecil rumahan untuk mengolah hasil panen jagung kering menjadi produk setengah jadi atau tepung dengan mudah, efisien dan lebih efektif.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian yang digunakan digabungkan dengan metode Pahl & Beitz (Pahl dan Beitz, 2013), yang disajikan dalam diagram alur seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

- 1) Mulai
Memulai dengan pemikiran membuat alat, yang harus berguna untuk banyak orang dan bisa menghasilkan tepung jagung.
- 2) Tujuan Perancangan
Agar bisa mengembangkan mesin yang dapat menggiling jagung utuh kering menjadi tepung jagung, sehingga memudahkan masyarakat dalam memproduksinya.
- 3) Perumusan Masalah
Bagaimana arsitektur mesin produksi tepung jagung dan bagian-bagian individu harus dirancang untuk menghasilkan tepung jagung.
- 4) Studi Pustaka
 - Perhitungan untuk memilih motor yang digunakan (Sifa dkk., 2020):

$$P = T \cdot \omega \quad (1)$$

$$T = F \times r \quad (2)$$

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60} \quad (3)$$
 - Perhitungan untuk menentukan diameter poros (Dahlan, 2012):
 - Diameter poros terhadap torsi ekuivalen:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T_e}{\pi \times \tau_{maks}}} \quad (4)$$
 - Diameter poros terhadap momen ekuivalen:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times M_e}{\pi \times \sigma_{maks}}} \quad (5)$$
 - Perhitungan untuk menentukan diameter pulley penggerak (Yaqien, 2015):

$$n_2 \frac{n_1 \cdot D_1}{D_2} \quad (6)$$
 - Perhitungan untuk menentukan Panjang sabuk/v-belt (Saputra, 2018):

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (dp + Dp) + \frac{1}{4C} (Dp - dp)^2 \quad (7)$$
- 5) Metode Perancangan Pahl & Beitz

Pada tahap ini, prinsip solusi dari alat yang akan dibuat ditentukan. Prinsip dari perancangan ini diperoleh dengan menentukan tujuan utama dari alat dan sub-fungsi mesin.

- 6) Selesai
Membuat kesimpulan dan melampirkan gambar rancangan mesin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Mesin

Kepastian referensi dari suatu konsep rancangan, dibutuhkan informasi. Informasi itu salah satunya bisa didapat melalui penyebaran kuisioner. Kuisioner disebarakan kepada pelaku usaha olahan jagung. Tujuannya agar mesin mampu menyelesaikan masalah yang ada. Terdapat daftar kriteria desain produk dalam metode Pahl & Beitz, yaitu dua elemen yang harus (*Demand/D*) dan keinginan (*Wishes/W*) (Pahl dan Beitz, 2013; Suwandi dkk., 2021).

Tabel 1. Hasil kuisioner

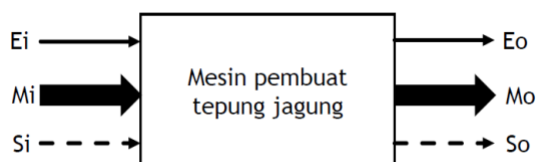
Pertanyaan	Pilihan Jawaban (%)	
	D	W
Geometri Bnetuk	74,2	25,8
Energi Ramah Lingkungan	83,9	16,1
Material Mudah Didapatkan	67,7	32,3
Aman Dalam Pengoperasian	96,8	3,2
Perawatan Mudah	41,9	58,1
Perakitan Mudah	51,6	48,4
Pengoperasian Mudah	80,6	19,4
Kapasitas Mesin	61,3	38,7

Tabel 1 yang merupakan tabulasi data responden, merangkum jawaban dari 31 responden, yaitu pelaku usaha olahan jagung yang mengisi kuesioner. Tabel 2 sebagai interpretasi dari karakteristik D dan W yang akan digunakan sebagai referensi daftar kriteria desain mesin. Berdasarkan Tabel 2 secara praktis semuanya merupakan tuntutan pengguna (D), oleh karena itu pembangunan mesin produksi tepung jagung akan mengutamakan kebutuhan pengguna. Langkah selanjutnya adalah membuat struktur fungsi dari mesin produksi tepung jagung, yang dipisahkan menjadi dua bagian yaitu struktur fungsi keseluruhan dan struktur sub fungsi.

Tabel 2. Daftar persyaratan perancangan mesin

Aspek	Persyaratan	D/W
Geometri	Bentuk Sederhana	D
	Mobilitas Mesin	D
Eergi	Ramah Lingkungan	D
	Mudah Didapatkan	D
Material	Tersedia Di pasaran	D
	Memiliki Standar	D
Perawatan	Tidak memerlukan	W
	Perawatan Khusus	
Perakitan	Mudah Dibongkar	D
	Komponen Sedikit	D
Sinyal	Mudah Dioperasikan	D
Kapasitas	Besar	D
Keselamatan	Keselamatan Operator	D
	Tombol Power ON/OFF	D

Struktur keseluruhan fungsi dicirikan sebagai aliran energi, materi, dan sinyal, yang dapat diwakili oleh blok fungsi dengan aliran masuk dan keluar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Jenis energi yang digunakan dalam mesin yang dimaksud mungkin energi listrik atau mekanik, ditandai dengan simbol "E." Bahan yang masuk adalah jagung kering, dan bahan yang dihasilkan adalah tepung jagung, yang dilambangkan dengan huruf "M." Aliran informasi dapat berbentuk sinyal listrik mesin ini, tombol on dan off digunakan sebagai sinyal, yang diwakili oleh simbol "S."



Keterangan :
 Ei = Energi Listrik Eo = Energi Gerak
 Mi = Jagung kering Mo = Tepung jagung
 Si = on So = off

Gambar 2. Struktur fungsi mesin pembuat tepung jagung

Struktur sub fungsi bisa disebut sebagai bagian kedua, bagian ketiga yaitu sub-sub fungsi dan seterusnya untuk menggambarkan aliran energi, material dan sinyal, sinyal komponen, dan proses yang terjadi pada mesin yang direncanakan.

Tiga variasi mesin penghasil tepung jagung akan dikembangkan berdasarkan jawaban yang ditetapkan dalam matriks morfologi seperti pada Tabel 3, lalu gambar sketsa dari tiga variasi mesin dihasilkan dari matriks morfologi tersebut dan yang kemudian dievaluasi untuk mengidentifikasi varian yang dipilih.

Tabel 3. Matriks morfologi

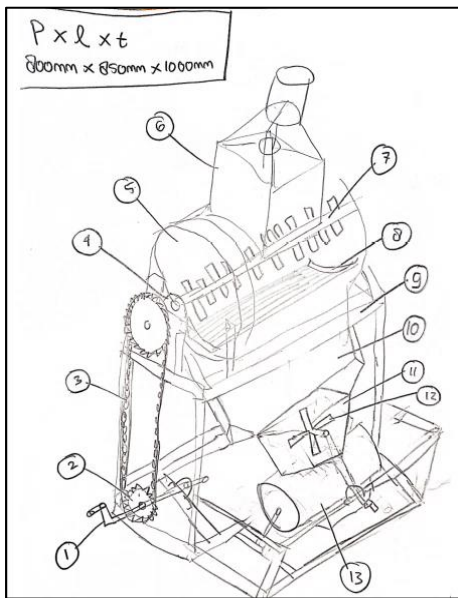
No	Sub Fungsi	Solusi		
		A	B	C
1	Penggerak	Motor Listrik	Motor Bensin	Manual
2	Transmisi	Gear Box	Pulley dan Belt	Gear Box Gear dan Rantai
3	Penggilir	Pisau Berpaku	Pisau Berkayu	Pisau Bermetil
4	Pengayak	Baling-Baling	Baling-baling bergips	Dokumil
5	Hopper	Trapezium terbalik	Lingkaran	Trapezium
6	Saringan Biji Jagung	Saringan memanjang	Saringan pendek	
7	Saringan Tepung Jagung	Saringan Tabung	Saringan Lingkaran	Saringan Kotak
8	Cover Pengepang	Berbentuk Trapezium	Berbentuk segitama	Berbentuk lingkaran
9	Profil Rangka	Besi Hollow	Besi Siku	Besi Flat
10	Kaki Rangka	Kaki Kotak Hollow	Kaki siku	Kaki roda

Adapun prinsip solusi pada konsep perancangan mesin pembuat tepung jagung disajikan dalam Tabel 3. yang merupakan hasil

kombinasi solusi - sub fungsi dihasilkan kombinasi sebagai berikut:

- Varian 1 (Hijau): 1.C - 2.C - 3.B - 4.A - 5.B - 6.A - 7.A - 8.A - 9.A - 10.A
- Varian 2 (Merah): 1.A - 2.B - 3.C - 4.C - 5.C - 6.A - 7.B - 8.C - 9.B - 10.C
- Varian 3 (Biru): 1.B - 2.A - 3.A - 4.B - 5.A - 6.B - 7.C - 8.B - 9.C - 10.B

Varian 1 (lihat Gambar 3) menggunakan penggerak manual dengan tuas yang di transmisikan oleh gear dan rantai untuk menggerakkan poros berkayu. Mata penepung menggunakan baling baling. Memiliki hopper berbentuk lingkaran menggunakan saringan memanjang kemudian menggunakan saringan tepung tabung. Untuk cover penepung berbentuk trapesium, untuk profil rangka menggunakan besi hollow dan kaki rangka berbentuk kotak.

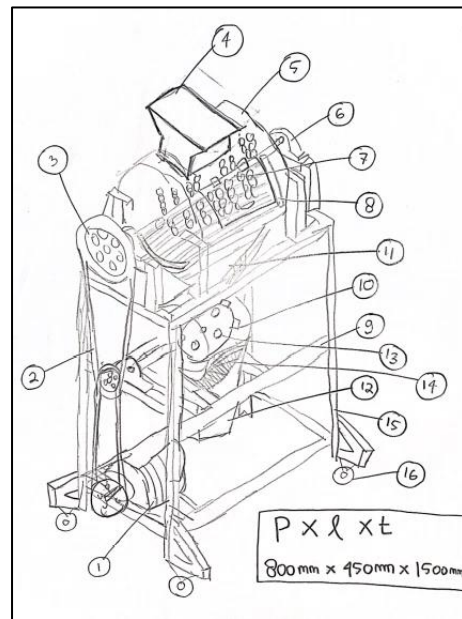


Gambar 3. Sketsa Varian 1

Keterangan Gambar 3:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1. Tuas penggerak | 7. Poros berkayu |
| 2. Gear/roda gigi | 8. Rangka |
| 3. Rantai | 9. Output biji jagung |
| 4. Pillow block bearing | 10. Cover penepung |
| 5. Tabung pemipil | 11. Mata Penepung |
| 6. Hopper | 12. Saringan penepung |

Varian 2 (lihat Gambar 4) menggunakan penggerak motor listrik yang di transmisikan oleh Pulley dan Vbelt untuk menggerakkan poros berantai. Mata penepung yang digunakan adalah model *diskmill*. Hopper berbentuk trapesium menggunakan saringan jagung memanjang kemudian menggunakan saringan tepung lengkung. Untuk cover penepung berbentuk lingkaran, untuk profil rangka menggunakan besi siku dan kaki rangka menggunakan roda.



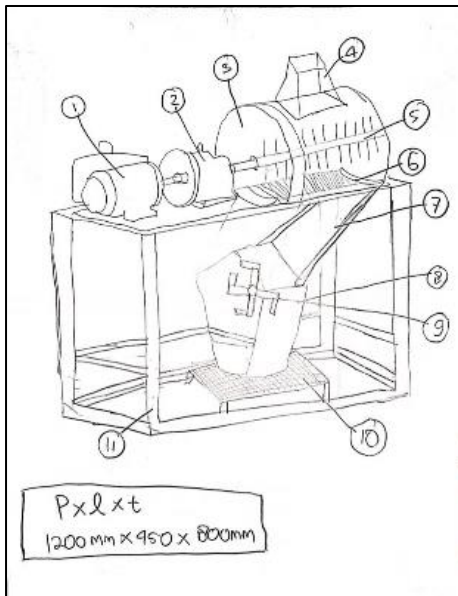
Gambar 4. Sketsa Varian 2

Keterangan Gambar 4:

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. Motor listrik | 7. Rangka |
| 2. V-belt | 8. Cover penepung |
| 3. Pulley | 9. Output biji jagung |
| 4. Hopper | 10. Output tepung jagung |
| 5. Tabung pemipil | 11. Mata penepung |
| 6. Pillow block bearing | 12. Saringan tepung jagung |
| 7. Poros berantai | 13. Rangka kaki |
| 8. Saringan jagung | 14. Kaki roda |

Varian 3 (lihat Gambar 5) menggunakan penggerak motor bensin yang di transmisikan menggunakan Gearbox untuk menggerakkan poros berpaku. Mata penepung yang digunakan adalah model baling-baling bergigi. Memiliki hopper berbentuk trapesium terbalik menggunakan

saringan jagung model pendek kemudian menggunakan saringan tepung berbentuk kotak. Untuk cover penepung berbentuk segi lima kemudian untuk profil rangka menggunakan besi plat dan kaki rangka menggunakan siku.



Gambar 5. Sketsa Varian 3

Keterangan Gambar 5:

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. Motor bensin | 7. Seluncuran output |
| 2. Gearbox | 8. Rumah penepung |
| 3. Tong pemipil | 9. Gigi pemukul |
| 4. Hopper | 10. Saringan penepung |
| 5. Poros berpaku | 11. Rangka |
| 6. Saringan pemipil | |

Pohon Objektif digunakan untuk menentukan variasi ide yang disukai dengan membandingkan poin penilaian untuk setiap varian konsep. Pohon kriteria ini mengubah masalah pada mesin produksi tepung jagung menjadi urutan solusi yang bernilai positif untuk masalah tersebut. Pohon kriteria mesin pembuat tepung jagung ini terdiri dari tiga cabang yang dimana 3 cabang ini mempunyai cabang lagi, yaitu: konsep, pembuatan, dan produksi.

Selanjutnya, Skala Likert lima tingkat digunakan untuk menganalisis konsep berdasarkan kebutuhan data yang dimasukkan ke dalam Google Forms untuk pemilihan sketsa varian.

Berikut ini adalah skala likert yang digunakan:

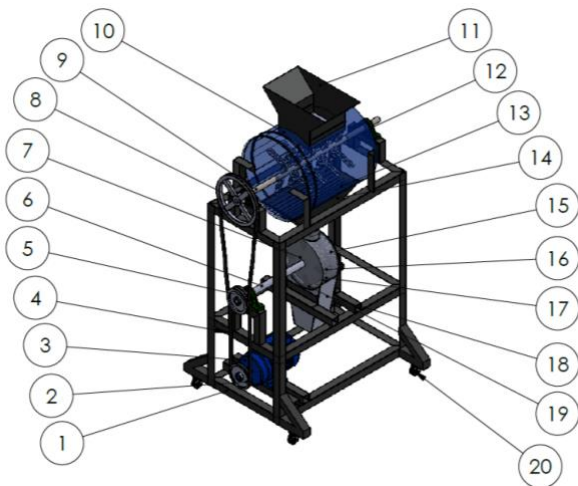
- 1) Skor 1: Tidak Penting
- 2) Skor 2: Kurang Penting
- 3) Skor 3: Cukup Penting
- 4) Skor 4: Penting
- 5) Skor 5: Sangat Penting

Tabel 4 menunjukkan rekapitulasi data dan interpretasi daftar persyaratan untuk menggunakan mesin yang dikembangkan. Nilai dari Tabel 4 kemudian dibangkitkan berdasarkan setiap variasi ide dan dikalikan dengan nilai pada pohon kriteria sebelum dimasukkan ke dalam tabel bobot penilaian, seperti tabel bobot varian.

Tabel 4. Kebutuhan pengguna

Persyaratan	Tingkat Kepentingan
Kemudahan Operasi	5
Keamanan Operasi	5
Mekanisme Sederhana	4
Ketersediaan Komponen	4
Ketahanan Rangka	4
Biaya Produksi	4
Kualitas Produksi	4
Kemudahan Merakit	3
Waktu Produksi yang cepat	4
Mudah dibongkar	3
Kemudahan Perawatan	4

Variasi pembobotan ketiga varian yang telah terkumpul nilai-nilainya digabungkan dari tabel pembobotan varian, dimulai dari evaluasi, parameter, dan hasil dari setiap versi mesin pembuat tepung ini. Berdasarkan data pembobotan, dipilih desain konsep versi 2 dengan nilai tertinggi 4,82. Gambar 6 menggambarkan representasi tiga dimensi dari konsep mesin pembuat tepung jagung. Keunggulan dari desain mesin yang dipilih antara lain memiliki perontok jagung dengan poros rantai yang dapat mengirik dan menghancurkan biji jagung untuk mempermudah proses pemipilan, memanfaatkan motor listrik untuk mengurangi kebisingan, dan menggunakan roda untuk mobilitas mesin.



Gambar 6. Konsep terpilih mesin pembuat tepung jagung

Keterangan Gambar 6:

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| 1. Rangka | 11. Hopper input pemipil |
| 2. Pulley | 12. Bearing UCP 205 |
| 3. Motor listrik | 13. Saringan pemipil |
| 4. Belt | 14. Hopper in penepung |
| 5. Bearing UCP 206 | 15. Lawan gigi pemukul |
| 6. Poros penepung | 16. Diskmill |
| 7. Bearing UCF 206 | 17. Rumah penepung |
| 8. Pulley | 18. Hopper out penepung |
| 9. Poros pemipil | 19. Saringan penepung |
| 10. Tong pemipil | 20. Roda |

3.2. Perhitungan Komponen

3.2.1. Menghitung Daya Motor

Motor Listrik berguna sebagai penggerak poros yang berputar di dalam mesin pembuat tepung jagung, berikut adalah perhitungan daya motor:

1) Diketahui untuk berat poros di peroleh dari propetis *software* SOLIDWORKS.

- Beban poros I:
 - Poros = 1,5 kg
 - Diskmill = 2 kg
 - r = 0,127 m (jari jari tabung)
 - t = 1 putaran 0,10 detik (manual)
 - Pulley = 0,5 kg
 - Kapasitas = 3kg

- Beban poros II:
 - Poros = 2,5 kg
 - Pulley = 0,5 kg
 - r = 0,2 m (jari jari tabung)
 - t = 1 putaran 0,18 detik (manual)
 - Rantai = 2 kg
 - Kapasitas = 5 kg

2) Perhitungan beban Poros I:

$$V_1 = \frac{2 \times \pi \times r}{t}$$

$$V_1 = \frac{2 \times 3,14 \times 0,127m}{0,10}$$

$$V_1 = 7,9 \text{ m/s}$$

• Gaya:

$$Fs f_1 = \frac{m \times v^2}{r}$$

$$Fs f_1 = \frac{7 \times (7,9)^2}{0,127}$$

$$Fs f_1 = 34,39 \text{ N}$$

• Daya:

$$\omega_1 = \frac{2 \times \pi \times n1}{60}$$

$$\omega_1 = \frac{2 \times 3,14 \times 1400}{60}$$

$$\omega_1 = 146,533 \text{ rad/s}$$

• Torsi:

$$T_1 = F \times r$$

$$T_1 = 34,39 \times 0,127$$

$$T_1 = 4,367 \text{ N.m}$$

• $P_1 = T \times \omega$

$$P_1 = 4,367 \times 146,533$$

$$P_1 = 639,90 \text{ Watt}$$

3) Perhitungan beban Poros II:

$$V_2 = \frac{2 \times \pi \times r}{t}$$

$$V_2 = \frac{2 \times 3,14 \times 0,2m}{0,18}$$

$$V_2 = 6,9 \text{ m/s}$$

• Gaya:

$$Fs f_2 = \frac{m \times v^2}{r}$$

$$Fs f_2 = \frac{10 \times (6,9)^2}{0,2}$$

$$Fs f_2 = 23,80 \text{ N}$$

• Daya:

$$\omega_2 = \frac{2 \times \pi \times n2}{60}$$

$$\omega_2 = \frac{2 \times 3,14 \times 700}{60}$$

$$\omega_2 = 73,26 \text{ rad/s}$$

• Torsi:

$$T_2 = F \times r$$

$$T_2 = 23,80 \times 0,2$$

$$T_2 = 4,76 \text{ N.m}$$

• $P_2 = T \times \omega$

$$P_2 = 4,76 \times 73,26$$

$$P_2 = 348,71 \text{ Watt}$$

Maka motor yang dipilih adalah:

Ptotal	= $P_1 + P_2$
Ptotal	= 639,90 + 348,71
P	= 988,61 × sf (1,2)
Daya	= 1,5 hp
Putaran input	= 1400 rpm
Jenis	= 1 fasa

3.2.2. Perencanaan Poros

Bahan yang banyak ada di pasaran dan mudah didapatkan yaitu S45C, maka dari itu rencana bahan yang digunakan adalah S45C dengan tegangan Tarik $\sigma_B = 58 \text{ kg/mm}^2$.

1) Diketahui:

- Torsi penepung = 4,367 N.m
- Torsi pemipil = 4,760 N.m
- Panjang sabuk atas (L) = 1704 mm
- Jarak poros penepung, pemipil = 553 mm
- Panjang sabuk bawah (L) = 1218 mm
- Jarak poros motor, penepung = 410 mm
- Pulley pemipil: 10 inch = 254 mm
- Pulley penepung: 5 inch = 127 mm
- Massa jenis sabuk (P) = 0,00114

2) Poros I (Poros Penepung):

- Sudut kontak penepung:

$$\sin \alpha = \frac{r_2 - r_1}{C}$$

$$\sin \alpha = \frac{63,5 - 63,5}{410}$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$\text{rad} = 3,14 \text{ rad}$$

- Berat sabuk:

$$w = A \times L \times P$$

$$w = 83,02 \times 1.218 \times 0,00114$$

$$w = 115,27 \text{ N}$$

- Gaya sentrifugal:

$$F_c = \frac{w}{g} \times V^2$$

$$F_c = \frac{115,27}{9,8} \times \left(\frac{3,14 \times 0,0635 \times 1.400}{60} \right)^2$$

$$F_c = 254,59 \text{ N}$$

$$\gamma = e^{(0,3)(3,14)}$$

$$\gamma = 2,55$$

- Gaya tegang belt sisi tegang:

$$F_1 = F_c + \left(\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right) \frac{T_i}{r_1}$$

$$F_1 = 254,59 + \left(\frac{2,55}{2,55 - 1} \right) \frac{4,367}{0,0635}$$

$$F_1 = 367,730 \text{ N}$$

- Gaya tegang belt sisi kendur:

$$F_2 = F_1 - \frac{T_i}{r_1}$$

$$F_2 = 367,730 - \frac{4,367}{0,0635}$$

$$F_2 = 298,95 \text{ N}$$

- Tegangan maksimal:

$$F_{maks} = 1,2 \times F_1$$

$$F_{maks} = 1,2 \times 367,730$$

$$F_{maks} = 441,276 \text{ N}$$

- Gaya belt:

$$W = F_1 + F_2$$

$$W = 367,730 + 298,95$$

$$W = 666,68 \text{ N}$$

- Momen:

$$M = W \times L$$

$$M = 666,68 \times 100$$

$$M = 66.868 \text{ N} - \text{mm}$$

- Torsi ekuivalen:

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$$

$$T_e = \sqrt{66.868^2 + 4,367^2}$$

$$T_e = 66.868,00 \text{ N} - \text{mm}$$

- Momen ekuivalen:

$$M_e = \frac{1}{2} (M + \sqrt{M^2 + T^2})$$

$$M_e = \frac{1}{2} (66.868 + \sqrt{66.868^2 + 4,367^2})$$

$$M_e = 100.302,00 \text{ N} - \text{mm}$$

- Diameter poros terhadap torsi ekuivalen:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T_e}{\pi \times \tau_{maks}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 66.868,00}{3,14 \times (58 \times 0,8)}}$$

$$d = 19,43 \text{ mm}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

- Diameter poros terhadap momen ekuivalen:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times M_e}{\pi \times \sigma_{maks}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 100.302,00}{3,14 \times 58}}$$

$$d = 26 \text{ mm}$$

Karena diameter lubang diskmill penepung adalah 28 mm dan diameter lubang pulley adalah 25 mm ditambah tinggi pin 3 mm dan dilebihkan

1-3 mm agar poros aman dengan itu poros penepung dipilih dengan ukuran 30 mm.

3) Poros II (poros pemipil):

- Sudut kontak pemipil:

$$\sin \alpha = \frac{r_2 - r_1}{C}$$

$$\sin \alpha = \frac{127 - 63,5}{553}$$

$$\alpha = 173,4^\circ$$

$$\text{rad} = \frac{\pi}{180} \times 173,4^\circ$$

$$\text{rad} = 3,02 \text{ rad}$$

- Berat sabuk:

$$w = A \times L \times P$$

$$w = 83,02 \times 1.704 \times 0,00114$$

$$w = 161,27 \text{ N}$$

- Gaya sentrifugal:

$$F_c = \frac{w}{g} \times V^2$$

$$F_c = \frac{161,27}{9,8} \times \left(\frac{3,14 \times 0,127 \times 700}{60} \right)^2$$

$$F_c = 356,19 \text{ N}$$

$$\gamma = e^{(0,3)(3,02)}$$

$$\gamma = 2,46$$

- Gaya tegang belt sisi tegang:

$$F_1 = F_c + \left(\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right) \frac{T_i}{r_1}$$

$$F_1 = 356,19 + \left(\frac{2,46}{2,46 - 1} \right) \frac{4,760}{0,127}$$

$$F_1 = 419,34 \text{ N}$$

- Gaya tegang belt sisi kendur:

$$F_2 = F_1 - \frac{T_i}{r_1}$$

$$F_2 = 419,34 - \frac{4,760}{0,127}$$

$$F_2 = 381,82 \text{ N}$$

- Tegangan maksimal:

$$F_{maks} = 1,2 \times F_1$$

$$F_{maks} = 1,2 \times 419,34$$

$$F_{maks} = 503,208 \text{ N}$$

- Gaya belt:

$$W = F_1 + F_2$$

$$W = 419,34 + 381,82$$

$$W = 801,16 \text{ N}$$

- Momen:

$$M = W \times L$$

$$M = 801,16 \times 100$$

$$M = 80.116 \text{ N} - \text{mm}$$

- Torsi ekuivalen:

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$$

$$T_e = \sqrt{80.116^2 + 4,760^2}$$

$$T_e = 80.116,00 \text{ N} - \text{mm}$$

- Momen ekuivalen:

$$M_e = \frac{1}{2} (M + \sqrt{M^2 + T^2})$$

$$M_e = \frac{1}{2} (80.116 + \sqrt{80.116^2 + 4,760^2})$$

$$M_e = 120.174,00 \text{ N} - \text{mm}$$

- Diameter poros terhadap torsi ekuivalen:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T_e}{\pi \times \tau_{maks}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 80.116,00}{3,14 \times (58 \times 0,8)}}$$

$$d = 21 \text{ mm}$$

- Diameter poros terhadap momen ekuivalen:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times M_e}{\pi \times \sigma_{maks}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 120.174,00}{3,14 \times 58}}$$

$$d = 28 \text{ mm}$$

Karena diameter lubang *pulley* adalah 20 mm ditambah tinggi pin 3 mm dan dilebihkan 1 mm - 3 mm agar poros aman dengan itu poros penepung dipilih dengan ukuran 25 mm.

3.2.3. Perhitungan Sabuk dan *Pulley*

Penampang sabuk yang dipilih adalah type A.

1) Panjang Keliling sabuk:

- Panjang Keliling Sabuk dari *pulley* motor ke *pulley* poros penepung

$$L = \pi \times (r_1 + r_2) + 2 \times x + \left(\frac{r_1 - r_2}{x} \right)$$

$$L = 3,14 \times (63,5 + 63,5) + 2 \times 410$$

$$+ \left(\frac{63,5 - 63,5}{410} \right)$$

$$L = 1.218,78 \text{ mm} \div 25,4$$

$$L = 48 \text{ inch}$$

- Panjang Keliling Sabuk dari *pulley* poros penepung ke *pulley* poros pemipil:

$$L = \pi \times (r1 + r2) + 2 \times x + \left(\frac{r1 - r2}{x}\right)$$

$$L = 3,14 \times (127 + 63,5) + 2 \times 553$$

$$+ \left(\frac{127 - 63,5}{553}\right)$$

$$L = 1.704,27 \text{ mm} \div 25,4$$

$$L = 67 \text{ inch}$$

2) Ukuran pulley:

Hasil survei dan perhitungan mendapatkan output 1400 rpm untuk poros penepung dan 700 rpm untuk poros pemipil, hitungan:

- Pulley poros penepung

$$i = 1400 : 1400$$

$$i = 1 : 1$$

Jadi pulley yang dipakai dari motor ke poros penepung yaitu pulley ber ukuran 5 inchi : 5 inchi

- Pulley poros pemipil

$$i = 1400 : 700$$

$$i = 1 : 2$$

Jadi pulley yang dipakai berukuran 5 inchi : 10 inchi

3.2.4. Pasak

Pasak menyesuaikan dengan poros bawaan motor, pulley dan diskmill bawaan dengan keterangan sebagai berikut :

- Pin motor : 19 mm × 3 mm × 3 mm
- Pin pulley : 25 mm × 3 mm × 3 mm
- Pin Diskmill : 19 mm × 3 mm × 3 mm

3.2.5. Bearing

Pillow block bearing dengan type UCP 205 yang memiliki diameter 25 mm, UCP 206 dan UCF 206 yang memiliki diameter 30 mm.

3.2.6. Rantai

Rantai yang digunakan berbahan galvanis dengan ukuran 8 mm yang dipasangkan ke poros sebanyak 16 rangkaian.

3.2.7. Gigi pemukul

Gigi pemukul yang digunakan adalah gigi pemukul dengan jenis diskmill type FFC 23 dengan diameter ± 230 mm.

3.2.8. Saringan Penepung

Karena mesin ini di tunjukan kepada campuran pakan hewan, maka digunakan saringan penepung dengan ukuran lubang 1 mm.

3.3. Simulasi Analisi Kekuatan Rangka

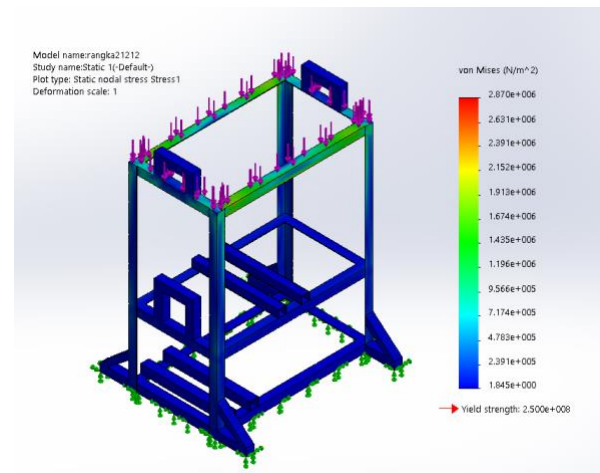
Rangka Mesin Pembuat Tepung Jagung yang telah dibuat akan dilakukan proses *static analysis* pada *solidworks*. Pada simulasi rangka beberapa variabel yang harus diketahui yaitu gaya yang diterima, letak tumpuan dan hasil apa saja yang akan dicari. Berikut adalah data yang diperoleh mengenai Rangka Mesin Pembuat Tepung Jagung:

- Massa yang diterima rangka atas = 216 N
- Massa yang diterima rangka tengah = 264 N

3.4. Hasil Pengujian Simulasi

3.4.1. Rangka Bagian Atas

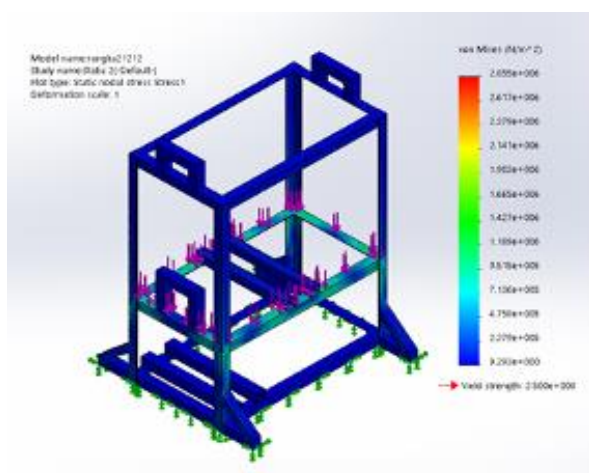
Pada Gambar 7 mesin pembuat tepung jagung, tegangan terbesar senilai 2.870e+006 N/m² terjadi pada batang rangka samping yang terhubung dengan batang rangka depan belakang. Yield strength untuk material ASTM A36 adalah 2.500e+008 N/m², maka rangka dinyatakan aman karena stress maksimal tidak melebihi *yield strength* material.



Gambar 7. Simulasi stress rangka bagian atas

3.4.2. Rangka Bagian Tengah

Pada Gambar 8 mesin pembuat tepung jagung, tegangan terbesar senilai 2.855e+006 N/m² terjadi pada batang rangka tengah yang terhubung dengan batang rangka depan dan belakang. Yield strength untuk material ASTM A36 adalah 2.500e+008 N/m², maka rangka dinyatakan aman karena stress maksimal tidak melebihi *yield strength* material.



Gambar 8. Simulasi stress rangka bagian tengah

4. SIMPULAN

Hasil perancangan mesin pembuat tepung jagung menggunakan penggerak berupa motor listrik 220 V dengan daya 1,118 kW atau 1,5 hp material poros yang digunakan yaitu S45C dengan diameter poros penepung adalah $\varnothing 30$ mm dan diameter poros pemipil adalah $\varnothing 25$ mm, transmisi yang digunakan adalah *pulley* berukuran 5 inch dan 10 inch dan *belt* type A berukuran 48 inch dan 67 inch, menggunakan *Bearing* dengan type UCP205, UCP206 dan UCF206, metode pemipilan jagung menggunakan rantai, pemukul untuk penepung menggunakan gigi pemukul dengan model diskmill dan saringan penepung menggunakan mesh 18 atau memiliki diameter lubang $\varnothing 1$ mm.

Desain rangka menggunakan material besi siku ASTM A36 menerima beban 216 N dan 264 N. Perhitungan pembebanan rangka didapat 18,79 MPa $N/mm^2 \leq 125$ MPa, yakni tegangan pada rangka lebih kecil daripada tegangan ijinnya, sehingga perencanaan dinyatakan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, S.B. dan Asmawit (2016) 'Penggunaan Tepung Jagung Kalimantan Barat sebagai Bahan Baku Pembuatan Mie Kering', *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 27(2), hal. 76-81.
- Armanto, E. dkk. (2020) 'Alat Perontok Jagung Bagi Kelompok Petani Desa Prigi Kecamatan Kedungjati Kabupaten Grobogan', in *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian*

Masyarakat Polines, Politeknik Negeri Semarang: Politeknik Negeri Semarang, hal. 634-640.

- Claudia, R. dkk. (2015) 'Pengembangan Biskuit Dari Tepung Ubi Jalar Oranye (*Ipomoea Batatas* L.) Dan Tepung Jagung (*Zea Mays*) Fermentasi: Kajian Pustaka', *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), hal. 1589-1595.
- Dahlan, D. (2012) *Elemen mesin*. Jakarta: Penerbit Citra Harta Prima [Cetak].
- Fitriyanti, S. (2017) 'Kajian Potensi Mie Berbahan Baku Jagung', *AGRISAINS*, 3(01), hal. 28-32.
- Malawat, S. (2015) 'Beberapa varietas jagung lokal dan prospek pengembangan produk olahannya di Kabupaten Maluku Tenggara Barat', in *Seminar Nasional Serealia. Seminar Nasional Serealia* (2015), hal. 533-543.
- Nugraha, D.S. dan Suteki, S. (2018) 'Politik Hukum Penanganan Konflik Perkebunan oleh Pemerintah yang Berkeadilan Sosial', *Kanun Jurnal Ilmu Hukum*, 20(1), hal. 103-122.
- Pahl, G. dan Beitz, W. (2013) *Engineering Design: A Systematic Approach*. 2nd edn. London: Springer Science & Business Media [Cetak].
- Saputra, B.R. (2018) 'Perancangan Mesin Perontok Jagung Dengan Kapasitas Produksi 300 Kg/Jam', *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 5(1), hal. 7-14.
- Sifa, A. dkk. (2020) 'Perancangan Mesin Katrol untuk Mobilitas Mesin Pelontar Pakan Ikan', in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar. The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar*, Bandung: Politeknik Negeri Bandung, hal. 228-233.
- Suwandi, A. dkk. (2021) 'Perancangan Mesin Pembuka Kaleng Aerosol untuk Kategori Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)', *Jurnal Teknologi*, 13(2), hal. 115-128.
- Yaqien, M.A. (2015) 'Analisa Kebutuhan Material Dan Jenis Proses Produksi berdasarkan Desain Mesin Peniris Dan Pencampur Bumbu Makanan Ringan', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 3(1), hal. 63-68.

