

PENELITIAN MANDIRI
BERSAMA MAHASISWA



PERENCANAAN MESIN PEMBUAT TAHU KAPASITAS
50 CETAKAN PERJAM



PENELITI :

1. MA'MUN FADHILLAH
2. Ir. H. DARIANTO, M.Sc
3. Ir. AMRINSYAH, MM
4. Ir. SYAFRIAN LUBIS, MM

BEKERJASAMA DENGAN MAHASISWA GUNA TRANSFER KEILMUAN

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN
UNIVERSITAS MEDAN AREA

2013

PERENCANAAN MESIN PEMBUAT TAHU KAPASITAS

50 CETAKAN PERJAM



PENELITI :

1. MA'MUN FADHILLAH
2. Ir. H. DARIANTO, M.Sc
3. Ir. AMRINSYAH. MM
4. Ir. SYAFRIAN LUBIS, MM

BEKERJASAMA DENGAN MAHASISWA GUNA TRANSFER KEILMUAN

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2013

PERENCANAAN MESIN PEMBUAT TAHU KAPASITAS

50 CETAKAN PERJAM

PENELITI :

1. MA'MUN FADHILLAH
2. Ir. H. DARIANTO, M.Sc
3. Ir. SYAFRIAN LUBIS, MM

PENELITI I



MA'MUN FADHILLAH

PENELITI II



Ir. H. DARIANTO, M.Sc

PENELITI III



Ir. H. SYAFRIAN LBS. MM

MENGETAHUI :

DEKAN



Ir. Hj. HANIZA. MT

KA. PRODI TEKNIK MESIN



DR. Ir. SUDITAMA. MT

Tanggal Penyerahan : 17 Juli 2013, Sem Genap 2012/2013

KATA PENGANTAR

Pemeo tentang makanan tradisional yang tidak bermutu yaitu tahu tempe menjadi sebuah keniscayaan pada abad modern saat ini. Penelitian yang dilakukan oleh Jepang bahwa Nutrisi yang terkandung dalam sepotong tahu adalah setara dengan sepotong daging, Luar biasa.....!!!. Saat ini keberadaan tahu telah merasuk ke sendi-sendi kehidupan modern sehingga ia tidak lagi menjadi makanan kampung tetapi telah bergeser menjadi makanan modern. Kondisi inilah yang menjadi salah satu masalah besar bagi rakyat pedesaan yang berpenghasilan pas-pasan dimana harga tahu sudah melambung dan terkadang sulit untuk ditemui. Rakyat miskin telah kehilangan satu-satunya komoditi pemasuk nutrisi bagi mereka sehingga perlu dicarikan sebuah alternatif pengelolaan mesin pasca panen yang dapat dioperasikan oleh rakyat bawah.

Mesin cetak tahu dengan kapasitas 50 cetakan perjam akan sangat membantu masyarakat dalam memproduksi tahu sehingga memperkecil ketergantungan masyarakat kepada pemodal besar. Saya meyakini bahwa mesin ini akan dapat dengan mudah dioperasikan masyarakat dan dapat digunakan juga sebagai usaha rumahan (home industri) sehingga dapat membantu keuangan keluarga disamping berkontribusi kepada pemenuhan nutrisi masyarakat. Temuan ini juga merupakan bahagian dari proses pemberdayaan masyarakat bawah (grass root) sehingga dalam pelaksanaannya dapat menggunakan anggaran pemerintah apakah pemerintahan Kabupaten Kota ataulah dengan pemerintahan propinsi Sumnatera Utara. Saya berterimakasih kepada para Dosen yang telah turut serta atau terlibat secara langsung membuat mesin pengolah tahu ini. Semoga hasil karya ini dapat membantu bangsa ini dari keterpurukan ekonomi dan meningkatkan pendapatan pasca panen khususnya pada petani kedele.

Mohon do'a kepada semua civitas akademika Universitas Medan Area semoga pemerintah dapat mendengar keluhan kita sehingga penelitian yang sudah kita lakukan ini dapat dipergunana oleh pemerintah guna mengentaskan kemiskinan. Amin

Medan, 17 juli 2013

Ma'mun Fadhilah

ABSTRAK

Kedelai merupakan salah satu kacang-kacangan multiguna karena dapat dipergunakan sebagai bahan pangan, pakan, maupun bahan industri. Di Indonesia, penggunaan kedelai masih terbatas sebagai bahan pangan dan pakan saja. Hasil olahan yang terbuat dari kedelai seperti tahu, tempe, kecap, tauco, dll. Salah satu hasil olahan dari kedelai yang populer adalah tahu.

Saat ini, para pengusaha tahu khususnya dalam skala rumah tangga di Indonesia masih menggunakan cara tradisional dalam penggilingan kedelai. Sehingga jumlah dan kualitas sari kedelai yang dihasilkan kurang memuaskan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, penulis mengembangkan suatu alat penggiling kedelai yang digerakkan oleh motor listrik. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat alat penggiling kedelai. Dari hasil penelitian ini, diperoleh kapasitas alat penggiling sebesar 14,49 kg/jam; persentase kedelai yang tertinggal di batu gilingan sebesar 9,3 %; persentase ampas kedelai sebesar 47,3 %; jumlah air yang dibutuhkan dalam penggilingan sebanyak 1,12 liter/kg dan biaya penggilingan kedelai sebesar Rp.389,80-/kg.

Kata kunci : kedelai, tahu, alat penggiling kedelai listrik, kapasitas alat penggiling

Kedelai.

ABSTRACT

Soybean is one of the multifunction beans because it can be used as food, feed, and even as industry material. In Indonesia, the soybean is used only for food and feed. The soybean products are tofu, tempeh, soysauce, fermented bean paste used as condiment, etc.

One of the well known product from soybean is tofu. Nowadays, all of the tofu entrepreneur still using traditional way in milling soybean. So that the quantity and quality of essence of soybean produced is less satisfying.

To solve the problem, the writer tried to develop an electric soybean mill. The purpose of this research was to design and make soybean mill's equipment. The results of this research, were milling capacity was 14,49 kg/hour; percentage of soybeans left in the stone mill was 9,3%; soybean meal percentage was 47,3%; the amount of water needed in the milling was 1,12 liters/kg and the cost of soybean milling was Rp.389,80-/kg.

Keywords: soybean, tofu, electric soybean mill, soybean mill capacity.



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBARAN PENGESAHAN	ii
LEMBARAN PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR ISTILAH	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Alasan Pemilihan Judul	3
1.5. Tujuan Tugas Akhir	3
BAB II. LANDASAN TEORI	4
2.1. Prosedur Proses Pembuatan Mesin Pembuat Tahu	4
2.2. Prinsip Kerja mesin Pembuat Tahu	5
2.3. Komponen Utama Mesin Pembuat Tahu	6
2.3.1. Motor Listrik	7
2.3.2. Poros	7
2.3.3. Sabuk V	11

2.3.4. Bantalan	13
2.4. Sambungan-Sambungan	15
2.5. Faktor Keamanan	16
BAB III. METODE PERANCANGAN	17
3.1. Jenis Perancangan	17
3.2. Tempat dan Waktu Perancangan	17
BAB IV. ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Kontrusi Mesin Pembuat Tahu	18
4.2. Prinsip Kerja Mesin Pembuat Tahu	22
4.3. Perhitungan Massa Kacang Kedelai	22
4.4. Menentukan Daya Motor Penggerak	24
4.5. Menentukan Diameter Nominal Puli	26
4.6. Perhitungan Transmisi Sabuk	29
4.7. Menentukan Diameter Poros	35
4.8. Perhitungan Bantalan	42
4.9. Analisa Biaya Pembuatan	45
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1	Komponen utama mesin pembuat tahu	7
GAMBAR 2	Konstruksi mesin pembuat tahu	18
GAMBAR 3	Konstruksi konveyor	23
GAMBAR 4	Susunan puli 1 dan puli 2	26
GAMBAR 5	Susunan puli 2 dan puli 3	27
GAMBAR 6	Susunan puli 1 dan puli 4	27
GAMBAR 7	Susunan puli 5 dan puli 6	28
GAMBAR 8	Rangkaian sabuk	29
GAMBAR 9	Penampang sabuk	29
GAMBAR 10	Gaya-gaya yang terjadi pada poros	36
GAMBAR 11	Gaya-gaya vertikal pada poros I	36
GAMBAR 12	Gaya-gaya horizontal pada poros I	37
GAMBAR 13	Gaya-gaya vertikal pada poros II	40
GAMBAR 14	Gaya-gaya horizontal pada poros II	40

DAFTAR TABEL

TABEL I	Harga K_M dan K_T	10
TABEL II	Perbandingan antara bantalan luncur dan bantalan gelinding	15
TABEL III	Biaya bahan baku	46
TABEL IV	Biaya bahan jadi	47



DAFTAR ISTILAH

- n = Jumlah putaran ($\frac{\text{put}}{\text{men}}$)
- A = Luas penampang (mm^2)
- M_b = Momen bengkok (Nmm) atau (kg mm)
- W_b = Momen tahan bengkok (mm^3)
- σ_b = Tegangan bengkok ($\frac{N}{\text{mm}^2}$) atau ($\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$)
- $\bar{\sigma}_b$ = Tegangan bengkok ijin ($\frac{N}{\text{mm}^2}$) atau ($\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$)
- T = Torsi
- d = Diameter poros
- M_{be} = Momen bengkok ekivalen
- T_e = Torsi ekivalen
- I_p = Momen inersia polar
- G = Modulus geser
- θ = Defleksi puntir
- L_p = Panjang poros
- y = Defleksi pada poros
- F = Beban
- N_c = Putaran kritis poros (rpm)
- W = Masa yang berputar

- L_s = Panjang sabuk
 C = Jarak sumbu poros
 r_1 = Radius puli besar
 r_2 = Radius puli kecil
 F_1 = Gaya tegang sisi kancang
 F_2 = Gaya tegang sisi kendor
 σ_t = Tegangan tarik ($\frac{N}{mm^2}$) atau ($\frac{kg}{mm^2}$)
 β = $\frac{1}{2}$ sudut alur puli
 L_h = Umur bantalan (jam)
 K_s = Faktor pelayanan
 X_o = Faktor radial statis
 Y_o = Faktor aksial statis
 X = Faktor radial dinamis
 V = Faktor rotasi
 F_A = Beban aksial
 F_R = Beban radial
 C_N = Kapasitas nominal dinamis spesifik
 L_b = Umur bantalan (putaran)
 d_i = Diameter screw konveyor
 d_p = Diameter poros konveyor

- p = Pitch
 D_V = Diameter bahan screw sebelum ditarik
 d_v = Diameter dalam screw konveyor pada kemiringan α
 F_s = Gaya gesek
 m = massa kedelai
 T_1 = Gaya tegang sisi kancang
 T_2 = Gaya tegang sisi kendor
 e = Bilangan alam
 μ = Koefisien antara sabuk dengan puli
 P_o = Daya yang ditransmisikan (watt)
 b = Lebar sabuk (mm)
 t = Tebal sabuk
 K_M = Faktor koreksi momen lentur
 K_t = Faktor koreksi momen puntir
 R = Jari-jari
 M_l = Momen lentur (Nmm) atau (kg mm)
 W_l = Momen tahan lentur (mm^3)
 σ_l = Tegangan lentur ($\frac{N}{\text{mm}^2}$) atau ($\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$)
 $\bar{\sigma}_l$ = Tegangan lentur ijin ($\frac{N}{\text{mm}^2}$) atau ($\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$)
 M_p = Momen puntir (N mm) atau (kg mm)

W_p = Momen tahan puntir (mm^3)

σ_p = Tegangan puntir ($\frac{N}{\text{mm}^2}$) atau ($\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$)

$\bar{\sigma}_p$ = Tegangan puntir ijin ($\frac{N}{\text{mm}^2}$) atau ($\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$)

V = Faktor keamanan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut data statistik pada tahun 2010 tujuh puluh persen penduduk Indonesia bermata pencaharian dari sektor pertanian. Oleh karena itu kegiatan pertanian haruslah menjadi kebanggaan kita karena dari bidang pertanian itulah kekuatan ekonomi kita mulai berkembang. Dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia yang melonjak dewasa ini, maka pangan senantiasa menjadi tuntutan mutlak setiap orang. Oleh karena itu produksi pertanian harus terus menerus dikembangkan.

Kacang kedelai merupakan salah satu komoditi tanaman pangan yang memiliki nilai jual yang tinggi, termasuk jenis tanaman pangan yang telah memasyarakat sehingga perlu ditingkatkan produksinya. Hasil-hasil olahan dari kacang kedelai yang merupakan bahan makanan yang banyak diminati masyarakat antara lain adalah tahu. Hampir disemua kalangan masyarakat, tahu merupakan bahan makanan yang setiap harinya dikonsumsi, terutama dikalangan masyarakat yang tingkat ekonominya menengah kebawah. Disamping harganya yang relatif murah, gizi yang dikandung oleh tahu sangat bermanfaat untuk tubuh.

Oleh karena itu di samping bahan makanan lainnya yang menjadi bahan makanan pokok masyarakat, tahu bisa dijadikan salah satu sumber penghasilan bagi masyarakat yang memiliki nilai keuntungan yang cukup baik. Selain itu tidak tertutup kemungkinan bahwa pengolahan tahu ini juga

bisa dijadikan salah satu bidang pekerjaan bagi masyarakat sekarang ini (Kuswara,1992).

1.2. Perumusan Masalah.

Untuk memproduksi tahu para pengrajin tahu umumnya menemukan kesulitan-kesulitan tersendiri selama proses pengolahan yaitu terbatasnya ruang yang ada. Biasanya untuk memproduksi tahu dibutuhkan beberapa tahap pengerjaan yang masing-masing tahap membutuhkan alat dan ruang yang berbeda. Pengerjaan secara terpisah inilah yang menjadi kelemahan dari proses secara tradisional untuk mengolah tahu, yang mana nantinya membutuhkan banyak waktu dalam pengerjaan dan membutuhkan banyak tenaga kerja untuk mencapai hasil maksimal.

Pada perencanaan mesin pembuat tahu, penulis banyak menemukan permasalahan, permasalahan-permasalahan tersebut mencakup prinsip kerja mesin pembuat tahu, perencanaan ukuran-ukuran komponen mesin pembuat tahu, pemilihan bahan komponen mesin pembuat tahu, dan analisa biaya pembuatan mesin pembuat tahu, menentukan daya motor penggerak mesin pembuat tahu.

1.3. Batasan Masalah

Mengingat sangat luasnya permasalahan pada perencanaan mesin pembuat tahu, maka penulis akan membatasi permasalahan yang penulis anggap sangat mendasar pada perencanaan mesin pembuat tahu ini yaitu :

1. Bagaimanakah menentukan diameter nominal puli?
2. Transmisi sabuk diameter poros?
3. Menentukan bantalan mesin pembuat tahu?

1.4. Alasan Pemilihan Judul.

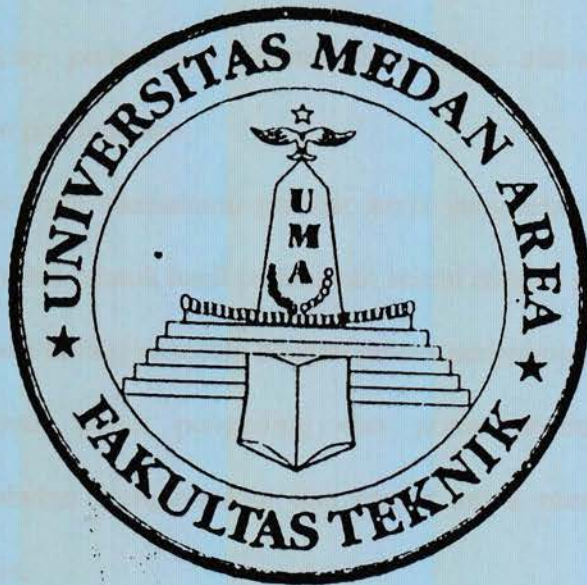
Adapun tujuan dari perencanaan mesin pembuat tahu ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai salah satu syarat kelulusan pada program Strata I Teknik Mesin di Universitas Medan Area.
2. Judul Tugas Akhir ini belum pernah diangkat dalam penulisan Tugas Akhir sebelumnya.

1.5. Tujuan Perencanaan

Tujuan yang nantinya diperoleh dari perencanaan mesin pembuat tahu ini adalah:

1. Memberikan solusi terhadap pengembangan teknologi tepat guna pada sektor agrobisnis.
2. Bagi penulis sendiri, dengan perencanaan mesin pembuat tahu ini tentu dapat menambah wawasan, pengalaman dan penerapan ilmu pengetahuan yang telah dipelajari selama dibangku perkuliahan.
3. Memberikan masukan kepada semua rekan mahasiswa yang ingin menyusun tugas akhir.
4. Untuk dapat menyesuaikan antara teori-teori yang ada pada literature / perpustakaan dan dengan membandingkan pada keadaan yang sebenarnya.
5. Untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang di peroleh selama mengikuti perkuliahan.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Prosedur Proses Pembuatan Mesin Pembuat Tahu.

Prosedur proses pembuatan mesin pembuat tahu pada dasarnya hampir sama dengan prosedur proses pembuatan mesin lainnya. Dengan mengikuti prosedur pembuatan mesin pembuat tahu, diharapkan hasil pembuatannya sesuai dengan aspek-aspek yang telah direncanakan. Prosedur proses pembuatan mesin pembuat tahu adalah sebagai berikut :

- 1) Lakukan penyediaan bahan-bahan serta alat-alat yang dibutuhkan dengan perencanaan.
- 2) Melihat serta memahami gambar kerja yang telah direncanakan, ukuran-ukuran dan bentuk hasil pembuatan sesuai dengan perencanaan.
- 3) Membuat kerangka mesin dengan proses pengelasan dan pengeboran.
- 4) Membuat poros penggiling dan poros pendukung dengan proses pembubutan menggunakan dua center untuk mendapatkan hasil yang simetris.
- 5) Membuat rumah konveyor dengan proses pembentukan dan pengelasan.
- 6) Membuat corong keluar (outlet) dengan proses pembentukan dan pengelasan.
- 7) Membuat dandang pemasak dan pengumpul serta ayakan dengan proses pembentukan dan pengelasan.
- 8) Membuat cetakan dan penekan dengan proses .
- 9) Proses perakitan sesuai dengan susunan komponen pada gambar kerja.

2.2. Prinsip Kerja Mesin Pembuat Tahu.

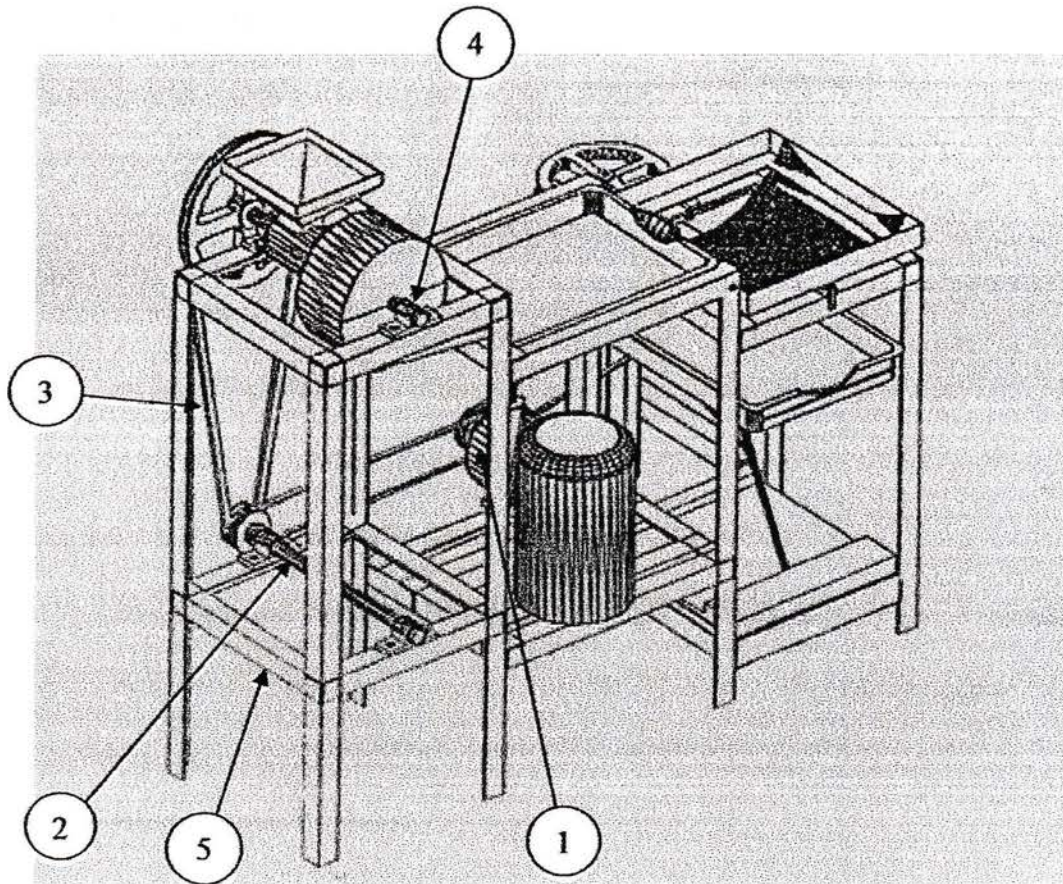
Perencanaan mesin pembuat tahu didasarkan pada kapasitas kerjanya. Mesin pembuat tahu direncanakan berkapasitas lima puluh potong per jam. Dari kapasitas mesin yang telah direncanakan, kemudian penulis menentukan prinsip kerja mesin pembuat tahu. Prinsip kerja mesin pembuat tahu adalah sebagai berikut :

- 1) Kedelai yang telah direndam selama delapan sampai dua belas jam, dimasukkan melalui corong masuk (Hopper). Kemudian kedelai dibawa oleh konveyor yang diputar oleh motor listrik menuju batu giling.
- 2) Kedelai yang telah digiling oleh batu giling menjadi bubur kedelai keluar melalui corong keluar (outlet).
- 3) Bubur kedelai yang keluar dari corong keluar masuk kedalam dandang pemasak, kemudian direbus selama tiga puluh menit menggunakan kompor minyak.
- 4) Bubur kedelai yang telah dimasak kemudian disaring dan dimasukkan pada dandang pengumpul.
- 5) Bubur kedelai yang telah dikumpulkan pada dandang pengumpul kemudian dimasukkan pada cetakan yang selanjutnya ditekan untuk dibekukan.

Dari prinsip kerja mesin pembuat tahu di atas maka dapat ditentukan susunan komponen-komponen mesin pembuat tahu yang dapat dilihat pada gambar 2.1.

2.3. Komponen Utama Mesin Pembuat Tahu

Mesin pembuat tahu memiliki beberapa komponen utama, dengan fungsi yang berbeda. Komponen-komponen utama mesin pembuat tahu dapat dilihat seperti pada gambar 2.1 sebagai berikut :



Gambar 2.1. Komponen utama mesin pembuat tahu

Keterangan :

1. Motor listrik
2. Poros pendukung
3. Sabuk
4. Bantalan
5. Kerangka

2.3.1. Motor listrik

Motor listrik banyak digunakan sebagai penggerak mula untuk mesin-mesin dengan kerja ringan seperti mesin-mesin produksi rumah tangga. Hal ini disebabkan oleh keuntungan-keuntungan menggunakan motor listrik yaitu : 1) Jika tenaga listrik dari PLN atau sumber lain tersedia di tempat tersebut, maka penggunaan motor listrik dapat memberikan ongkos yang murah; 2) Pengoperasiannya lebih mudah; 3) Ringan dan hampir tidak menimbulkan getaran; 4) Perawatan dan pengaturannya mudah.

Selain memiliki keuntungan-keuntungan menggunakan motor listrik juga memiliki kerugian, antara lain : 1) Jika listrik padam mesin tidak dapat bekerja; 2) Jika lokasi mesin jauh dari lokasi distribusi listrik, maka biaya penyambungan tenaga listrik akan mahal; 3) Jika mesin jarang dipakai maka biaya operasinya akan tinggi karena biaya beban akan tetap harus dibayar.

2.3.2. Poros

Poros adalah elemen mesin yang dapat berfungsi sebagai :

- Pendukung elemen mesin lainnya;
- Pemindahan daya dan putaran

Dari fungsi diatas, maka poros dibedakan atas ;

- a. Poros pendukung atau gandar
- b. Poros ini disebut juga dengan axle (as).
- c. Poros transmisi

Poros ini merupakan alat pemindah daya dari suatu poros ke poros lain. Tegangan yang terjadi pada poros ini adalah tegangan puntir murni atau kombinasi antar tegangan bengkok dengan tegangan puntir dan juga dalam beberapa pemakaian saat mengalami tegangan tekan akibat gaya aksial.

d. Poros dengan beban bengkok murni

Contoh dari poros ini adalah gandar dari kereta tambang dan kereta rel dimana disini poros hanya mendapat beban bengkok.

$$\text{Tegangan bengkok} \quad \sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \quad (2.1)$$

Momen tahanan bengkok untuk poros berpenampang bulat ;

$$W_b = \frac{\pi}{32} d^3 \quad (2.2)$$

Sehingga persamaan menjadi :

$$\sigma_b = \frac{32 M_b}{\pi \times d^3} \quad \text{atau} \quad d = \sqrt[3]{\frac{32 M_b}{\pi \times \sigma_b}} \quad (\text{Khurmi, 1980}) \quad (2.3)$$

e. Poros dengan beban puntir murni

Berikut ini akan dibahas rencana sebuah poros yang mendapat beban utama berupa torsi, seperti poros motor dengan sebuah kopling.

$$\text{Tegangan puntir} \quad \sigma_p = \frac{T}{W_p} \quad (2.4)$$

Momen tahanan puntir untuk poros berpenampang bulat :

$$W_p = \frac{\pi}{16} d^3 \quad (2.5)$$

Sehingga persamaan menjadi :

$$\sigma_p = \frac{16T}{\pi \times d^3} \text{ atau } d = \sqrt{\frac{16T}{\pi \times \sigma_p}} \quad (\text{Khurmi, 1980}) \quad (2.6)$$

f. Poros dengan beban puntir dan bengkok

1) Berdasarkan teori tegangan geser maksimum

$$\tau_{maks} = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_b^2 + 4\sigma_p^2} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{32M}{\pi \times d^3}\right)^2 + 4\left(\frac{16T}{\pi \times d^3}\right)^2}$$

$$\frac{\pi}{16} \sigma_{maks} \times d^3 = \sqrt{M^2 + T^2}$$

Nilai $\sqrt{M^2 + T^2}$ disebut dengan torsi ekuivalen, sehingga persamaan menjadi :

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \frac{\pi}{16} \sigma_{maks} d^3 \quad (2.7)$$

2) Berdasarkan teori tegangan bengkok maksimum

$$\sigma_{maks} = \frac{1}{2} \sigma_b + \sqrt{\left(\frac{1}{2} \sigma_b\right)^2 + \sigma_p^2} = \frac{1}{2} \frac{32M}{\pi \times d^3} \sqrt{\left(\frac{1}{2} \frac{32M}{\pi \times d^3}\right)^2 + \left(\frac{16T}{\pi \times d^3}\right)^2}$$

$$\frac{\pi}{32} \sigma_{maks} d^3 = \frac{1}{2} (M + \sqrt{M^2 + T^2})$$

Nilai $\frac{1}{2} (M + \sqrt{M^2 + T^2})$ disebut dengan momen bengkok ekuivalen,

Sehingga persamaan menjadi:

$$M_{be} = \frac{1}{2} (M + \sqrt{M^2 + T^2}) = \frac{\pi}{32} \sigma_{maks} \times d^3 \quad (2.8)$$

Dalam perencanaan poros yang sesungguhnya, momen bengkok dan torsi harus dikoreksi oleh suatu faktor koreksi.

Tabel 2.1. Harga K_M dan K_T

Jenis pembebanan	K_M	K_T
Poros diam		
a. beban diberi bertahap	1	1
b. beban diberi mendadak	1,5 - 2	1,5 - 2
Poros berputar		
a. beban diberi bertahap	1	1
b. beban mendadak, kejutan kecil	1,5 - 2	1,5 - 2
c. beban mendadak, kejutan besar	2 - 3	2 - 3

Sehingga persamaan menjadi :

$$T_e = \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} = \frac{\pi}{16} \sigma_{maks} \times d^3 \quad (\text{Khurmi, 1980}) \quad (2.9)$$

$$M_{be} = \frac{1}{2} (K_m M + \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2}) = \frac{\pi}{32} \sigma_{maks} \times d^3 \quad (\text{Khurmi, 1980}) \quad (2.10)$$

g. Kekuatan poros

Poros harus cukup kaku untuk menahan deformasi yang disebabkan oleh torsi. Besar defleksi puntir dapat dihitung dengan persamaan :

$$\frac{T}{I_p} = \frac{G\theta}{L} \text{ atau } \theta = \frac{TL}{I_p G} \text{ rad} \quad (2.11)$$

$$\text{Untuk poros dengan penampang bulat } I_p = \frac{\pi}{32} d^4 \quad (2.12)$$

h. Defleksi

Kekuatan poros terhadap defleksi juga harus diperiksa. Defleksi pada poros secara empiris dapat dihitung dengan persamaan :

$$y = 3,23 \times 10^{-4} \frac{F I_1^2 I_2^2}{d^4 I} \quad (\text{Sularso, 1983}) \quad (2.13)$$

i. Putaran kritis poros

Bila defleksinya terlalu besar, maka pada poros akan terjadi putaran kritis. Pada putaran kritis, poros tidak stabil karenanya harus dihindari sebab dapat merusak bantalan dan elemen mesin lainnya.

Putaran kritis secara empiris dihitung sebagai :

$$N_c = 52700 \frac{d^2}{l_1 l_2} \sqrt{\frac{l}{W}} \quad (2.14)$$

Bila terdapat beberapa benda yang berputar pada satu poros , maka dihitung dulu N_{c1} , N_{c2} ,..., dari masing-masing benda tersebut yang seolah-olah berada sendiri pada poros.

Maka putaran kritis total sistem dihitung dengan persamaan Dunkerley

sebagai berikut:
$$\frac{1}{N_c^2} = \frac{1}{N_{c1}^2} + \frac{1}{N_{c2}^2} \quad (\text{Hall, 1982}) \quad (2.15)$$

Poros dikatakan aman dari putaran kritis bila perbandingan putaran kerjanya dengan putaran kritisnya lebih kecil dari 0,6 – 0,7. dengan persamaan :

$$\frac{1}{N_c^2} > 0,6 - 0,7 \quad (\text{Sularso, 1983}) \quad (2.16)$$

2.3.3. Sabuk-V

Sabuk digunakan untuk memindahkan daya antara poros dengan kecepatan yang sama ataupun tidak. Pada mesin ini menggunakan sabuk tipe A. Penggunaan sabuk lebih menguntungkan dibanding transmisi roda gigi untuk jarak sumbu poros jauh karena dapat memberikan harga yang murah.

Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk-V karena penanganannya mudah dan murah. Disamping itu slip yang terjadi juga sangat kecil karena adanya pengaruh bentuk baji.

Dasar pemilihan sabuk-V dan puli adalah sebagai berikut:

- a. Pilihlah tipe sabuk (A,B,C,D atau E) sesuai dengan daerah yang memenuhi dalam diagram jika daya dan putaran penggeraknya diketahui.
- b. Diameter puli penggerak dapat ditentukan sesuai dengan tipe sabuknya sedangkan diameter puli yang digerakkan ditentukan melalui perbandingan putaran (VR);

$$VR = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (2.17)$$

- c. Ukuran naf puli secara empiris ditentukan sebagai :

$$d_{naf} = \frac{5}{3}d_{shaft} + 10mm \quad (2.18)$$

- d. Kecepatan keliling sabuk ditentukan berdasarkan putaran puli kecil.

$$v = \pi \times d_1 \times n_1 \quad (\text{Sularso, 1983}) \quad (2.19)$$

- e. Panjang sabuk.

Umumnya sabuk V dipasang secara terbuka. Maka panjang sabuk:

$$L = \pi(r_1 + r_2) + 2C + \frac{(r_2 - r_1)^2}{C} \quad (2.20)$$

- f. Daya yang ditransmisikan oleh sebuah sabuk adalah :

$$P_o = (F_1 - F_2)v \quad (2.21)$$

Maka F_1 diperoleh dari persamaan

$$F_1 = \sigma_t \times A \quad (2.21)$$

Sedangkan F_2 diperoleh dari perbandingan gaya tegang sabuk.

Sehingga untuk sabuk V :

$$2,3 \log \frac{F_1}{F_2} = \mu \theta \operatorname{cosec} \beta \quad (2.22)$$

$$\theta = 180 - \frac{57(d_2 - d_1)}{C} \quad (2.23)$$

2.3.4. Bantalan

Bantalan adalah suatu elemen mesin yang mendukung poros berbeban dan berputar sehingga putaran itu dapat berlangsung aman dan panjang umur.

Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan gerakannya :
 - 1) Bantalan luncur
 - 2) Bantalan gelinding
- b. Berdasarkan arah bebannya :
 - 1) Bantalan radial;
 - 2) Bantalan aksial;
 - 3) Bantalan kombinasi.

Berikut ini diberikan perbandingan antara bantalan luncur dan bantalan gelinding.

Tabel 2.2. Perbandingan antara bantalan luncur dan bantalan gelinding

Bantalan luncur	Bantalan gelinding
Mampu menahan beban besar karena permukaan kontakannya luas	Hanya menahan beban kecil karena permukaan kontakannya kecil
Konstruksinya sederhana	Konstruksinya rumit
Putaran tinggi	Putaran rendah karena elemen gelinding mempunyai gaya sentrifugal
Gesekan tinggi	Gesekan rendah
Pelumasannya sulit	Pelumasannya mudah

1) Bantalan luncur

Suatu bantalan luncur direncanakan dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- a) Kekuatan bantalan;
- b) Tekanan pada bantalan;
- c) Tebal minimum lapisan pelumas;
- d) Koefesien gesek poros dengan bantalan
- e) Panas yang terjadi akibat gesekan;
- f) Panas yang dibuang;
- g) Kapasitas laju aliran pelumas.

2) Bantalan gelinding

Suatu bantalan gelinding dipilih berdasarkan umur yang harus dipenuhi oleh bantalan tersebut. Umur bantalan ini berbeda untuk setiap nomor bantalan dan tergantung pada beban ekivalennya.

a) Beban ekivalen statis (P_o)

Untuk bantalan radial $P_o = X_o F_R + y_o f_a$

Untuk bantalan aksial $P_o = F_A + 2,3F_R \tan\theta, \theta \neq 90^0$

b) Beban ekivalen dinamis (P)

$$P = (XVF_R + YF_A)K_S \quad (2.24)$$

c) Umur bantalan

Menentukan umur bantalan (L) dalam satuan putaran merupakan fungsi dari beban ekivalen dinamis dan kapasitas nominal spesifik bantalan.

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^P 10^6 \text{ putaran} \quad (2.25)$$

$$L_h = \frac{L}{60N} \text{ jam} \quad (2.26)$$

2.4. Sambungan-Sambungan

Sambungan-sambungan digunakan untuk menyambung bagian-bagian mesin yang tidak memungkinkan

untuk dibentuk dengan mesin. Sambungan-sambungan ini dipilih menurut pemakaiannya yang khas.

1. Sambungan las

Sambungan las adalah sambungan permanen yang diperoleh dengan cara melebur kedua ujung yang disambung. Sambungan ini dipilih umumnya pada rangka mesin dan bagian lain untuk disambung secara permanen.

2. Sambungan paku keling

Sambungan paku keling juga merupakan sambungan permanen yang umumnya digunakan untuk menyambung pelat-pelat tipis.

3. Sambungan baut

Sambungan baut banyak digunakan dalam sambungan elemen mesin karena memiliki beberapa keuntungan, misalnya:

Sambungan dapat dibuka tanpa merusak elemen;

- a. Tersedia berbagai jenis ulir untuk berbagai konstruksi dan elemen ulir;
- b. Biaya relatif murah karena ulir telah distandarisasi.

2.5. Faktor Keamanan

Faktor keamanan didefinisikan sebagai perbandingan dari tegangan maksimum dengan tegangan yang direncanakan. Faktor keamanan harus dipilih sedemikian rupa sehingga tegangan yang direncanakan berada pada batas proporsional bahan agar tidak terjadi deformasi plastis jika dibebani.

Tegangan geser ijin dapat diperoleh dengan membagi tegangan tarik maksimum dengan faktor keamanan Sf_1 dan Sf_2 . jadi :

$$\tau_g = \frac{\sigma_{maks}}{Sf_1 \times Sf_2} \quad (2.27)$$

$Sf_1 = 5,6$ untuk bahan SF untuk kekuatan yang dijamin

= 6,0 untuk bahan SC dengan pengaruh massa

$Sf_2 = 1,3 - 3,0$

Sedangkan tegangan geser izin diambil 0,5 – 0,75 kali tegangan tarik (bengkok) izin.

$$\tau_g = (0,5 - 0,75) \sigma_t \quad (2.28)$$



BAB III

METODE PERANCANGAN

Perancangan ini bertujuan untuk menghasilkan mesin pembuatan tahu yang hemat biaya, waktu, dan hemat tempat sehingga dapat membantu para pembuat tahu dalam memproduksi tahu yang banyak dan cepat.

3.1. Jenis Perancangan

Di industri pembuatan tahu secara tradisional menggunakan alat penggilingan yang cukup besar, sehingga memerlukan tempat yang begitu luas pula. Hal ini tentu tidak efektif karena harus menggunakan tenaga yang cukup besar sehingga membuat para pengrajin tahu harus mengeluarkan biaya yg lebih.

Pada perancangan mesin pembuat tahu ini, mesin di rancang agar dapat di gunakan seefisien mungkin, mulai dari tempat hingga biaya untuk memproduksi tahu.

Perancangan mesin pembuat tahu yang penulis buat ini merupakan jenis perancangan yang sederhana namun memiliki daya tepat guna yang efektif dan efisien, serta mudah untuk di gunakan bagi siapa saja yang ingin membuat panganan tahu.

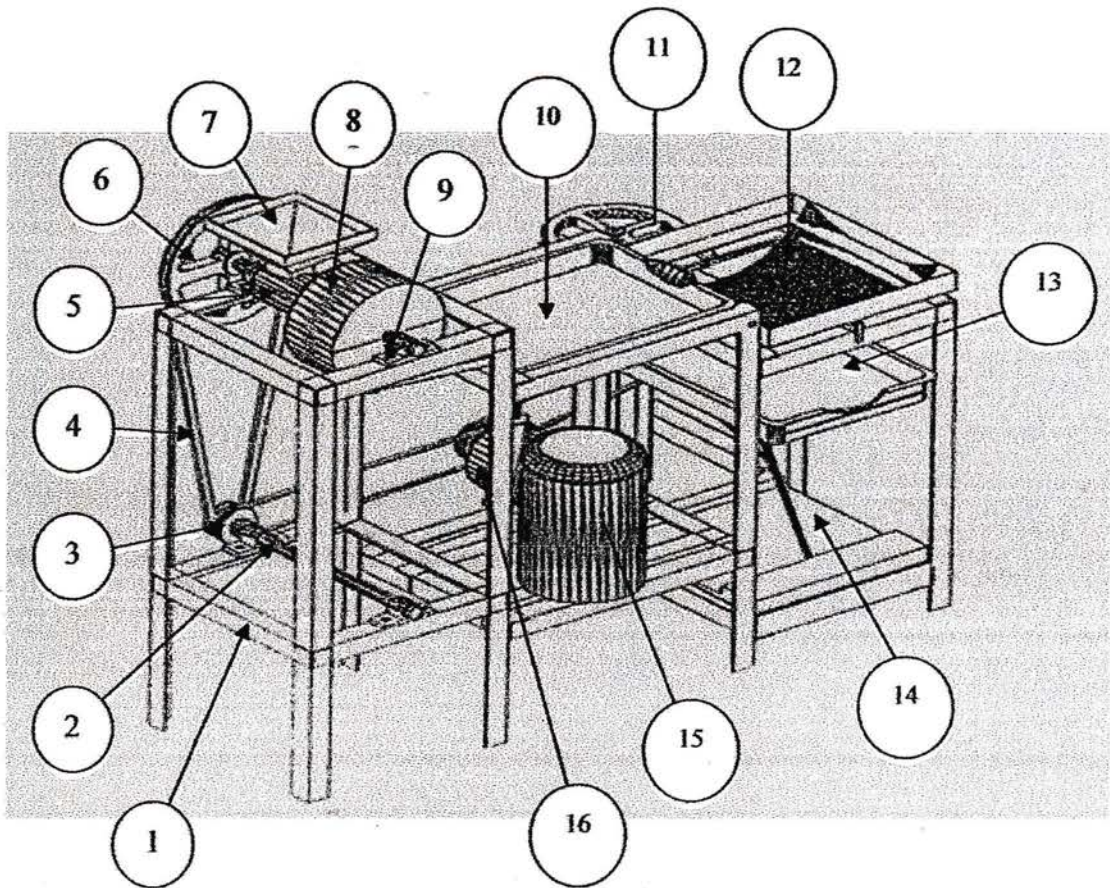
3.2. Tempat dan Waktu Perancangan

- Riset perancangan ini di laksanakan setelah tanggal pengesahan usulan pengelola Program Studi Teknik Mesin sampai dinyatakan selesai.
- Riset perancangan ini di laksanakan di CV. Jaya Baru di jl.ampera no 12 medan.
- Riset perancangan ini di laksanakan mulai tanggal 5-10 maret 2012.

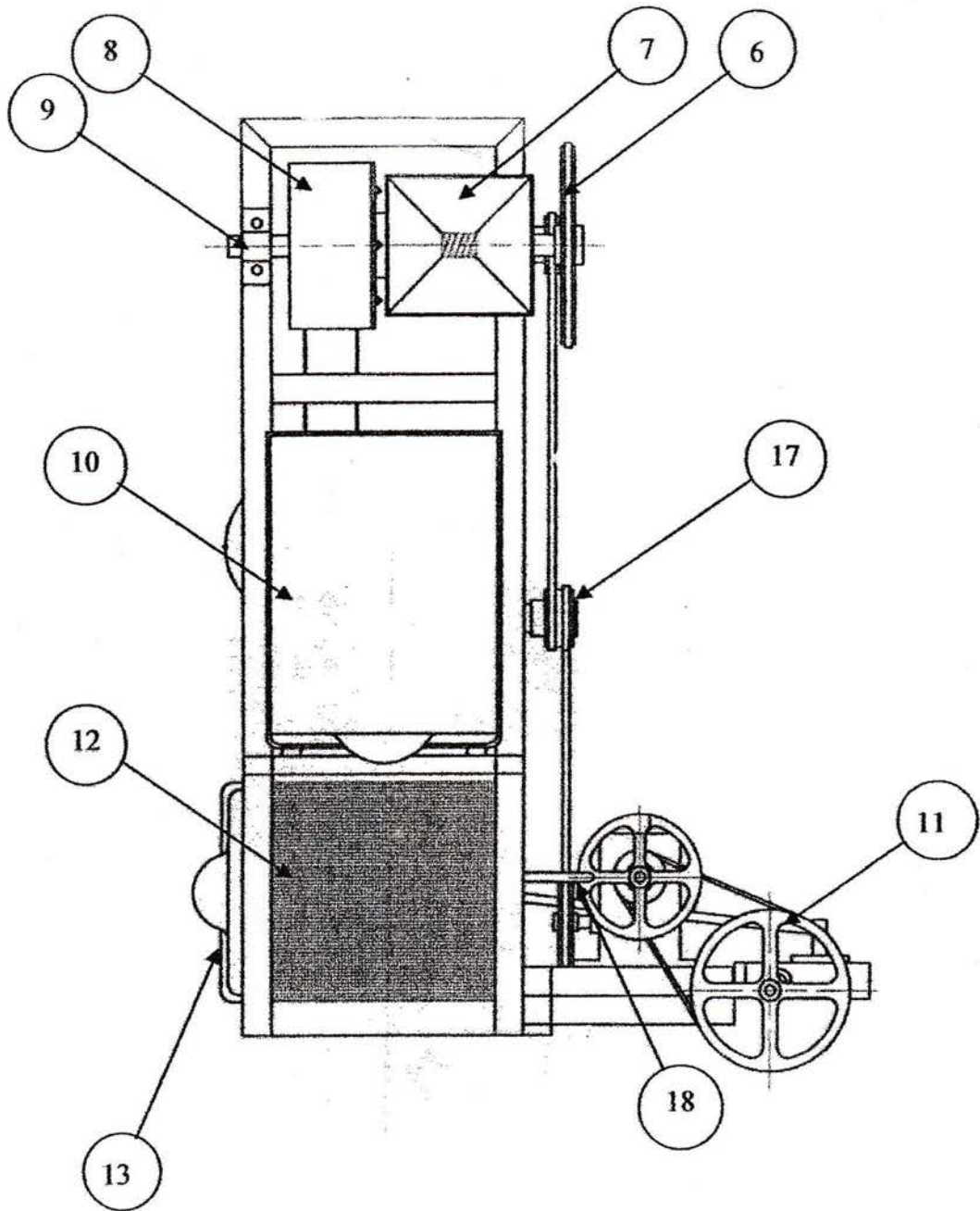
BAB IV
PEMBAHASAN

4.1. Konstruksi Mesin Pembuat Tahu.

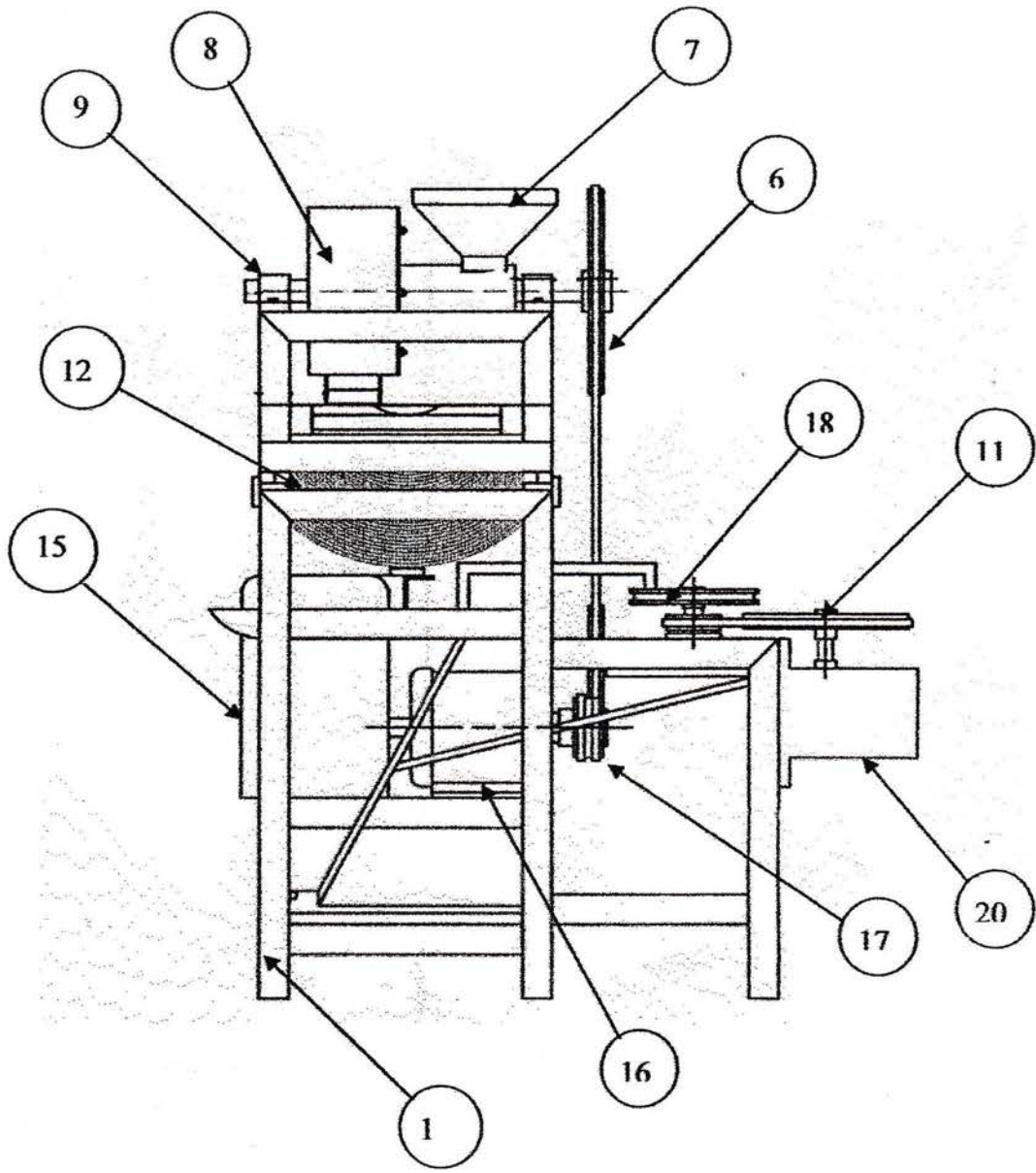
Mesin pembuat tahu memiliki konstruksi yang sederhana dan memiliki beberapa komponen. Konstruksi dan komponen-komponen mesin pembuat tahu dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut :



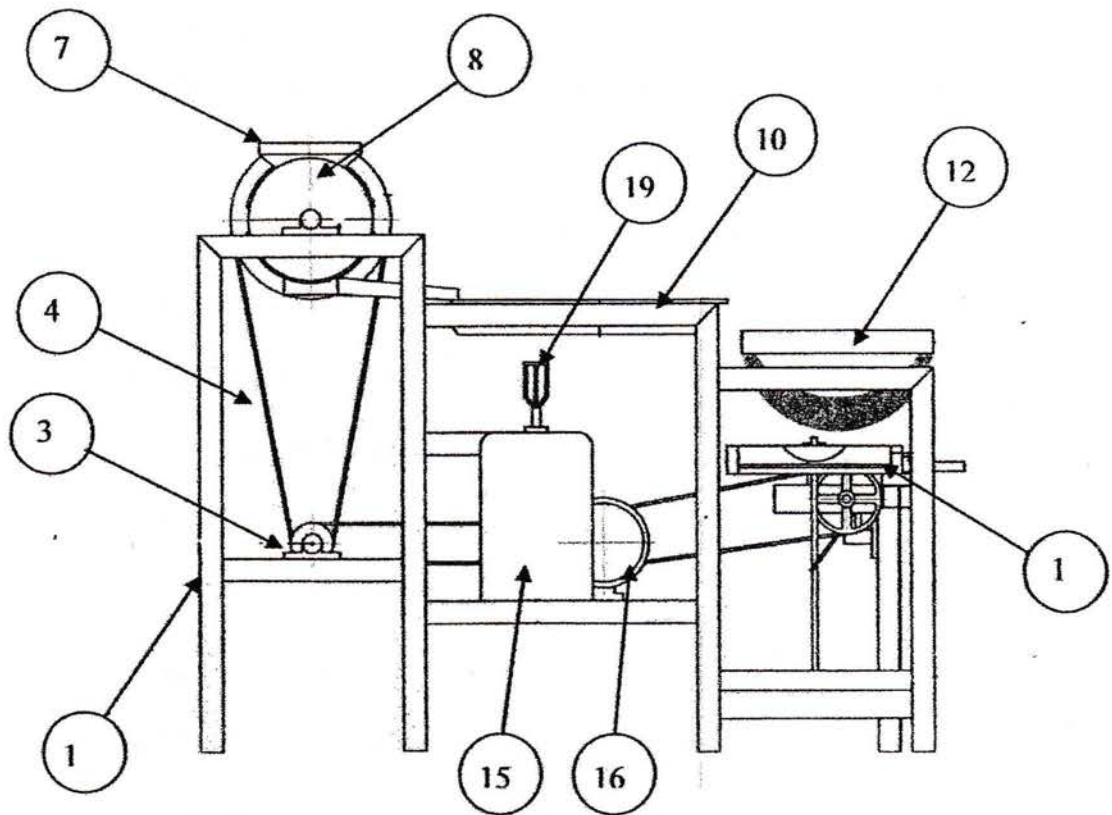
Gambar 4.1.a. Konstruksi Mesin



Gambar 4.1.b. Pandangan Atas



Gambar 4.1.c. Pandangan Depan



Gambar 4.1.d. Pandangan Samping

Keterangan :

- | | |
|--|--|
| 1. Kerangka | 12. Ayakan |
| 2. Poros pendukung | 13. Dandang pengumpul |
| 3. Puli | 14. Pencetak |
| 4. Tali sabuk | 15. Tabung bahan bakar kompor |
| 5. Rumah penggiling (rumah screw) | 16. Motor listrik (1 HP dengan putaran 1420 rpm) |
| 6. Puli besar | 17. Puli motor listrik |
| 7. Corong pengisian kedelai (Hopper) | 18. Puli ayakan |
| 8. Corong keluar (Outlet) | 19. Kompor |
| 9. Bantalan | 20. Gear box |
| 10. Dandang pemasak | |
| 11. Puli 6 | |

4.2. Prinsip Kerja Mesin

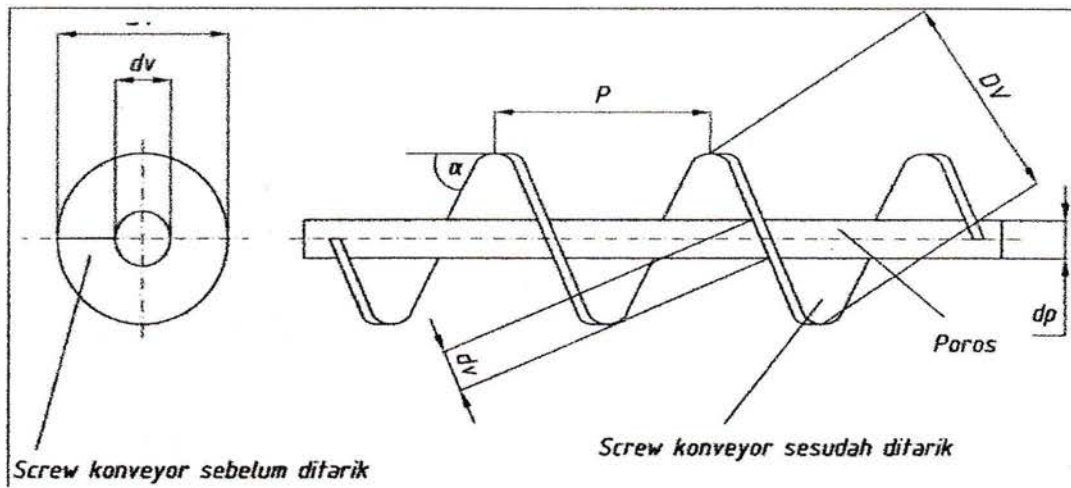
Mesin pembuat tahu ini cukup sederhana. Adapun prinsip kerja dari mesin ini adalah :

1. Putaran dari motor ditransmisikan melalui sabuk dari puli motor ($\varnothing = 3$ inchi) ke puli dari poros pendukung ($\varnothing = 12$ inchi) dan ke puli pada poros masukan reducer 1 ($\varnothing = 5$ inchi) yang mana berfungsi sebagai pengaduk. Dari poros pendukung putaran diteruskan ke puli pada poros penggiling ($\varnothing = 11$ inchi) yang akan memutar screw konveyor dan batu gilingan. Dari reducer 2 pada poros bagian keluaran ($\varnothing = 3$ inchi) diteruskan ke reducer pada poros bagian masukan ($\varnothing = 9$ inchi). Sebelum proses biji kedelai terlebih dahulu direndam selama 8-12 jam.
2. Hidupkan mesin /motor
3. Masukkan kedelai yang sudah direndam melalui corong masukan
4. Lalu kedelai dibawa oleh screw conveyor ke batu gilas
5. Disini biji kedelai diputar hingga menimbulkan gesekan dengan batu gilas yang berputar, lalu kedelai yang sudah direndam akan tergiling kemudian akan keluar melalui corong keluaran.

Hasil keluaran dari penggilingan ini adalah berupa bubur kedelai, yang mana bubur inilah yang akan dimasak pada dandang pemasakan.

4.3. Perhitungan Massa Kacang Kedelai

Dalam perencanaan mesin pembuat tahu ini harus diperoleh massa kacang kedelai agar mendapatkan torsi. Dimana biji-biji kedelai dibawa dengan screw dan digilas pada batu gilas. Screw conveyor ini terletak pada rumah penggiling (rumah srew). Kontruksi konveyor dapat dilihat pada gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 4.2. Konstruksi konveyor

Dimana d_i = diameter screw konveyor = 70 mm

d_p = diameter poros = 25,4 mm

p = pitch = 40 mm

$$DV = \sqrt{d_i^2 + p^2} \quad (3.1)$$

$$= \sqrt{70^2 + 40^2}$$

$$= 80,62 \text{ mm}$$

$$\sin \alpha = \frac{d_i}{DV} \quad (3.2)$$

$$\sin \alpha = \frac{70}{80,62}$$

$$\alpha = 60,23^\circ$$

$$D_v = \frac{d_p}{\sin \alpha} \quad (3.3)$$

$$= \frac{25,4}{\sin 60,23}$$

$$= 29,26 \text{ mm}$$

Sehingga dapat diperoleh volume satu screw dengan (dimana dianggap seperti jajaran genjang) :

$$V = p \left(\frac{di - dp}{2} \right) \times \pi \times \left(\frac{Dv - dv}{2} \right) \quad (3.4)$$

$$V = 40 \left(\frac{70 -}{25,4} \right) \times \pi \times \left(\frac{80,62 - 29,26}{2} \right)$$

$$V = 71.926,59 \text{ mm}^3$$

Maka massa kedelai dalam satu screw dapat diperoleh :

$$ms = \rho \times V \quad (3.5)$$

dimana massa jenis kedelai diasumsikan sebesar $6,5 \times 10^{-7} \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}$ (Sutrisno, 1992)

$$ms = 6,5 \times 10^{-7} \times 71926,59$$

$$ms = 0,046 \text{ kg} \text{ atau } ms = 0,046 \times 9,82 \text{ N}$$

$$ms = 0,45 \text{ N}$$

4.4. Menentukan Daya Motor Penggerak Mesin Pembuat Tahu.

1. Torsi pada screw conveyer.

Ditinjau dari fungsi screw ini didesain sebagai suatu alat untuk mengantarkan biji kedelai ke batu gilas, dalam hal ini screw mengalami torsi sebesar :

$$T = Fs \cdot \frac{Dv}{2} \quad (3.6)$$

$$Fs = \mu \cdot F \cdot \text{Cos} \alpha \quad (3.7)$$

Dimana : μ koefisien gesek. (nilai koefisien gesek diasumsikan kayu pada besi yaitu sebesar 0,32). (TEDC Bandung, 1982)

Fs = gaya gesek

m = massa kedelai

$$F_s = 0,32 \times 0,046 \text{ (kg)} \times \text{Cos } 60,23^\circ \\ = 0,0068 \text{ (kg)}.$$

Dikarenakan screw yang didesain memiliki 4 kisar (pitch) maka

$$F_s = 4 \times 0,0068 \text{ kg} \\ = 0,027 \text{ kg}$$

$$T = 0,027 \text{ kg} \times \frac{80,62 \text{ mm}}{2} \\ = 1,096 \text{ kg mm}$$

2. Torsi pada batu gilas.

Dengan menggunakan rumus

$$T = Ft \times r \tag{3.8}$$

Dimana

μ = koefisien gesek diasumsikan batu gilas dengan kacang kedelai

$$\text{sebesar} = 0,75$$

r = radius gilas 101,6 (mm)

$$F_t = \mu \times R_n \tag{3.9}$$

Dimana

R_n = gaya untuk menghancurkan satu biji kedelai diasumsikan sebesar

$$= 5 \text{ kg}$$

$$T = 5 \text{ kg} \times 0,75 \times 101,6 \text{ mm} \\ T = 318 \text{ kg mm}$$

Dari perhitungan diatas dapat dicari daya motor yang akan digunakan

$$P_{\text{motor}} = (T_{\text{batu gilas}} + T_{\text{sec.rew}}) \frac{\pi \times N \times d}{60 \times 1000} \tag{3.10}$$

$$\begin{aligned}
 &= (381 + 1,096) \frac{\pi \times 387 \times 76,2}{60 \times 1000} \\
 &= 0,589 \text{ kw} \\
 &= \frac{0,589}{0,736} \text{ HP} \\
 &= 0,8 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

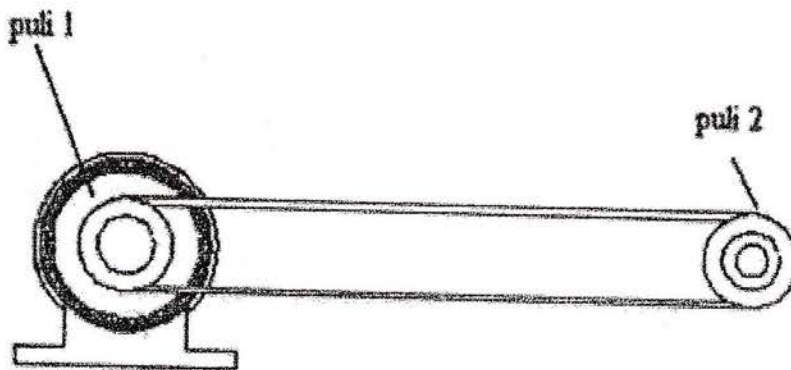
Dari perhitungan diatas dan motor yang tersedia dipasaran maka digunakan (dipakai) motor listrik 1 HP dengan putaran 1420 rpm.

4.5. Menentukan Diameter Nominal Puli Mesin Pembuat Tahu.

1. Puli

a. Puli pada motor penggerak puli 1 ke puli 2

Susunan puli penggerak (puli 1) ke puli 2 dapat dilihat seperti pada gambar 4 sebagai berikut :



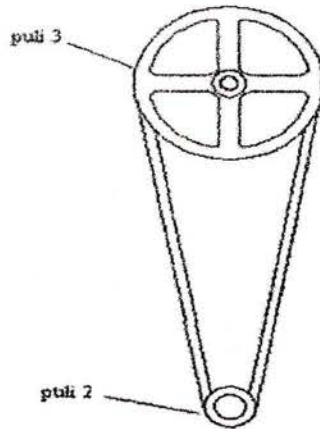
Gambar 4.3. Susunan puli 1 dan puli 2

$$dp_1 = dp_2 = 76,2 \text{ mm, maka } N_1 = N_2 = 1420 \text{ rpm}$$

b. Puli 2 ke puli pada poros batu giling puli 3

Putaran pada puli 3 direncanakan sebesar 387 rpm dan putaran puli 2 sebesar 1420 rpm sedangkan diameter puli 2 sebesar 76,2 mm.

Dengan mengabaikan slip pada sabuk, maka diameter puli pada poros batu giling (puli 3) seperti pada gambar 5 sebagai berikut :



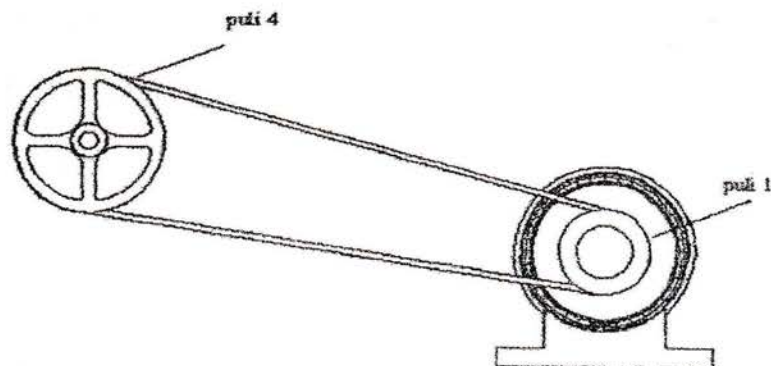
Gambar 4.4. Susunan puli 2 dan puli 3

$$N_2 \times dp_2 = N_3 \times dp_3 \quad (3.11)$$

$$dp_3 = \frac{1420 \cdot 76,2}{387}$$

$$dp_3 = 279,6 \text{ mm} = 11 \text{ inchi}$$

c. Puli pada motor penggerak puli 1 ke puli 4



Gambar 4.6 . Susunan puli 1 dan puli 4

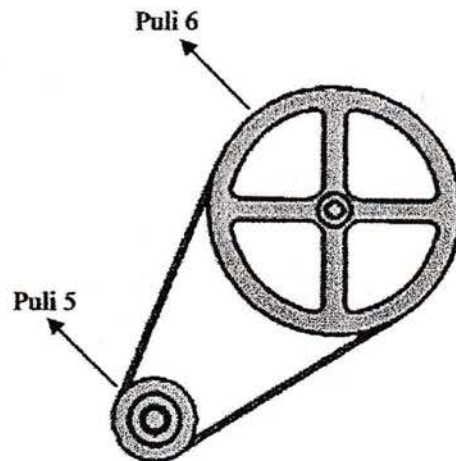
Putaran pada puli 4 direncanakan sebesar 900 rpm dengan putaran puli 1 sebesar 1420 rpm dan diameter puli 1 sebesar 76,2 mm, maka dengan mengabaikan slip pada sabuk diameter puli 4 adalah :

$$N_1 \times dp_1 = N_4 \times dp_4 \quad (3.12)$$

$$dp_4 = \frac{1420.76,2}{900}$$

$$dp_4 = 120,23 \text{ mm} = 5 \text{ inchi}$$

d. Puli 5 ke puli 6



Gambar 4.6. Susunan puli 5 dan puli 6

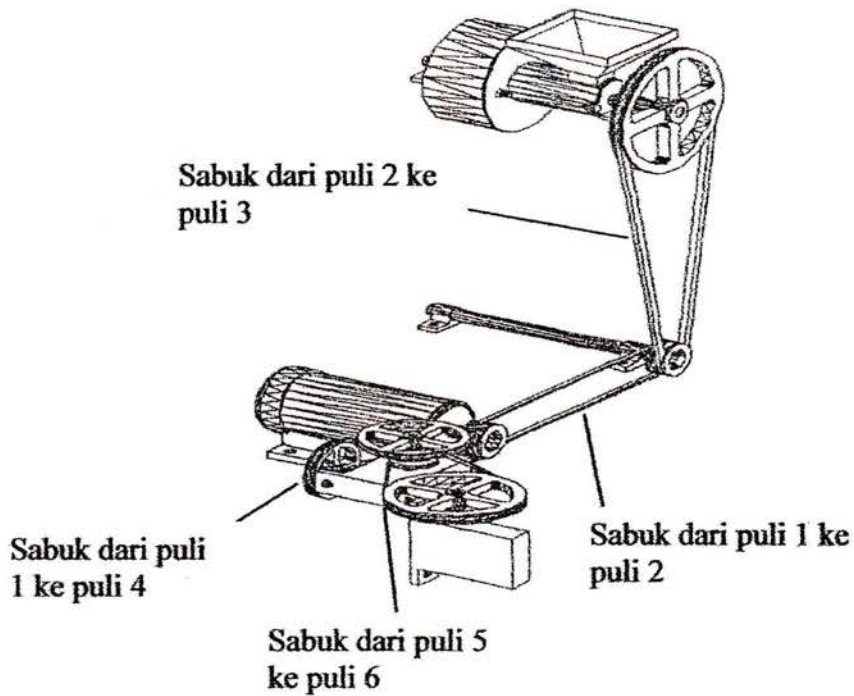
Diameter puli 5 sebesar $76,2 \text{ mm}$ dan putaran puli 5 serta putaran puli 6 direncanakan dengan putaran sebesar 15 rpm dan 5 rpm . Dengan mengabaikan slip pada sabuk, maka diameter puli 6 adalah :

$$N_5 \times dp_5 = N_6 \times dp_6 \quad (3.13)$$

$$dp_6 = \frac{76,2 \times 15}{5}$$

$$dp_6 = 228,6 \text{ mm} = 9 \text{ inchi}$$

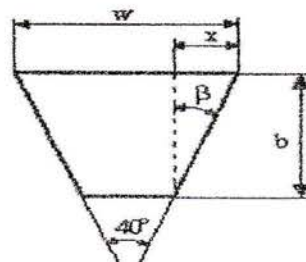
4.6. Perhitungan Transmisi Sabuk Mesin Pembuat Tahu.



Gambar 4.7. Rangkaian sabuk

Jarak yang jauh antara dua buah poros tidak memungkinkan transmisi langsung dengan roda gigi. Dengan demikian, cara transmisi putaran atau daya yang lain dapat digerakkan apabila sebuah sabuk dibelitkan di sekeliling puli pada poros.

Sesuai dengan rencana daya yang dihasilkan oleh motor penggerak maka dapat disimpulkan bahwa sabuk V yang dipakai adalah sabuk tipe A, dapat dilihat pada gambar 9 sebagai berikut.



Gambar 4.8. Penampang sabuk

Dari gambar :

$$2\beta = 40^\circ$$

$$\beta = 20^\circ$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{x}{9} \tag{3.14}$$

$$x = 9 \times \operatorname{tg}20^\circ$$

$$x = 3,275 \text{ mm}$$

$$b = 12,5 - 2x$$

$$b = 12,5 - 2(3,275)$$

$$= 5,95 \text{ mm}$$

$$\text{Luas sabuk (A)} = \frac{12,5 + 0,95}{2} \times 9 = 83,025 \text{ mm}$$

1. Transmisi sabuk dari puli 1 ke puli 2

a. kecepatan linear sabuk

$$V = \frac{\pi \times d \times N_1}{60 \times 1000} \tag{3.15}$$

$$V = \frac{\pi \times 76,2 \times 1420}{60 \times 1000} = 5,66 \frac{m}{s}$$

b. Sudut kontak antara sabuk dengan puli penggerak

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(Dp - dp)}{C} \tag{3.16}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(76,2 - 76,2)}{450}$$

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

c. Tegangan sabuk

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\theta} \tag{3.17}$$

Dimana :

$e = \text{bilangan alam} = 2,7182$

$\mu = \text{koefisien gesek antara sabuk dengan puli } 0,45-0,60$

$$T_1 = \sigma \times b \times t \quad (3.18)$$

Dimana :

$$\sigma = 0,4-0,5(\text{kg mm}^2)$$

$$T_1 = 4,8 \times T_2 \quad (3.19)$$

$$T_1 = 0,4 \times 5,95 \times 9 = 21,42 \text{ kg}$$

$$T_2 = \frac{21,42}{4,8} = 4,5 \text{ kg}$$

d. Daya yang ditransmisikan

$$P_o = (T_1 - T_2) V \quad (3.20)$$

Dimana :

$$P_o = (21,42 - 4,5) 5,66$$

$$= 95,77 \text{ Watt}$$

e. Panjang keliling sabuk

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(dp + Dp) + \frac{1}{4C}(Dp - dp)^2 \quad (3.21)$$

$$L = 2,45 + \frac{\pi}{2}(76,2 + 76,2) + \frac{1}{4450}(76,2 - 76,2)^2$$

$$= 1139,27 \text{ mm}$$

2. Transmisi sabuk dari puli 2 ke puli 3

a. Kecepatan linear sabuk

$$V = \frac{\pi \times d \times N_1}{60 \times 1000}$$

$$V = \frac{\pi \times 76,2 \times 1420}{60 \times 1000} = 5,66 \frac{m}{s}$$

b. Sudut kontak antara sabuk dengan puli penggerak

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(Dp - dp)}{C}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(266,7 - 76,2)}{600}$$

$$\theta = 161,9 \times \frac{\pi}{180}$$

$$= 2,82 \text{ rad}$$

c. Tegangan sabuk

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\theta}$$

$$T_1 = 3,78 \times T_2$$

$$T_1 = 21,42 \text{ kg}$$

$$T_2 = \frac{21,42}{3,78} = 5,66 \text{ kg}$$

d. Daya yang ditransmisikan

$$P_o = (T_1 - T_2) V$$

$$= (21,42 - 5,66) 5,66$$

$$= 89,2 \text{ Watt}$$

e. Panjang keliling sabuk

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

$$L = 2 \times 600 + \frac{\pi}{2}(76,2 + 266,7) + \frac{1}{4 \times 600}(266,7 - 76,2)^2$$

$$= 1753,47 \text{ mm}$$

3. Transmisi sabuk dari puli 1 ke puli 4

a. Kecepatan linear sabuk

$$V = \frac{\pi \times d \times N_1}{60 \times 1000}$$

$$V = \frac{\pi \times 76,2 \times 1420}{60 \times 1000}$$
$$= 5,66 \frac{m}{s}$$

b. Sudut kontak antara sabuk dengan puli penggerak

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(127 - 76,2)}{190,5}$$

$$\theta = 164,8 \times \frac{\pi}{180}$$
$$= 2,87 \text{ rad}$$

c. Tegangan sabuk

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\theta}$$

$$T_1 = 3,78 \times T_2$$

$$T_1 = 21,42 \text{ kg}$$

$$T_2 = \frac{21,42}{4,2}$$

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

d. Daya yang ditransmisikan

$$P_o = (T_1 - T_2) V$$

$$P_o = (21,42 - 5,1) 5,66$$

$$= 92,37 \text{ Watt}$$

e. Panjang keliling sabuk

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

$$L = 2 \times 190,5 + \frac{\pi}{2}(76,2 + 127) + \frac{1}{4 \times 190,5}(127 - 76,2)^2$$
$$= 713,57 \text{ mm}$$

4. Transmisi sabuk dari puli 5 ke puli 6

a. kecepatan linear sabuk

$$V = \frac{\pi \times d \times N_1}{60 \times 1000}$$

$$V = \frac{\pi \times 101,6 \times 15}{60 \times 1000} = 0,079 \frac{m}{s}$$

b. Sudut kontak antara sabuk dengan puli penggerak

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(Dp - dp)}{C}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(152,4 - 101,6)}{228,6}$$

$$= 2,9 \text{ rad}$$

c. Tegangan sabuk

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\theta}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = 2,782^{(0,5 \times 2,9)}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = 4,3$$

$$T_1 = 4,3 \times T_2$$

$$T_1 = 21,42 \text{ kg}$$

$$T_2 = \frac{21,42}{4,3}$$

$$= 4,98 \text{ kg}$$

d. Daya yang ditransmisikan

$$Po = (T_1 - T_2)V$$

$$Po = (21,42 - 4,98) 0,079$$

$$= 1,29 \text{ Watt}$$

e. Panjang keliling sabuk

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

$$L = 2 \times 228,6 + \frac{\pi}{2}(101,6 + 152,4) + \frac{1}{4 \times 228,6}(152,4 - 101,6)^2$$

$$= 858,6 \text{ mm}$$

4.7. Menentukan Diameter Poros Mesin Pembuatan Tahu.

Untuk merencanakan daya motor penggerak harus didapatkan beberapa data.

Data-data tersebut yaitu: putaran daya yang terjadi pada poros.

Pada perencanaan ini bahan poros yang digunakan adalah S30C dengan

kekuatan tarik $48 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$, adapun tegangan geser ijin dapat dihitung dengan

$$\sigma_g = \frac{\sigma_{maks}}{Sf_1 \times Sf_2} \quad (3.22)$$

Sf_1 = faktor pengaruh massa, (baja paduan = 6)

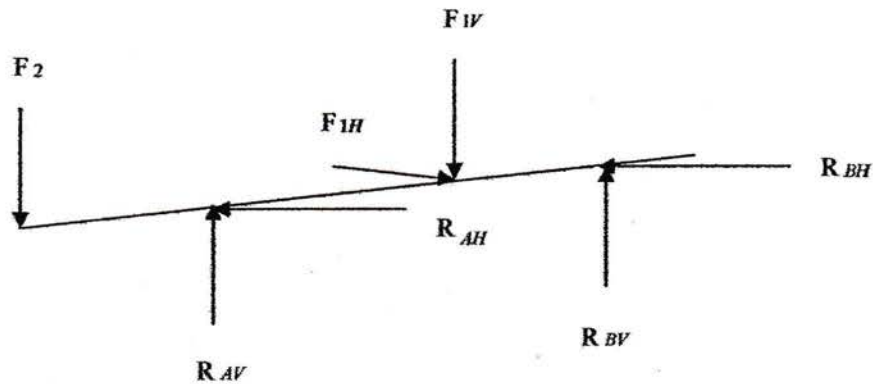
Sf_2 = faktor pengaruh konsentrasi tegangan dan kekasaran permukaan (1,3 – 3,0)

maka,

$$\sigma_g = \frac{48}{6 \times 2}$$

$$\sigma_g = 4,0 \frac{kg}{mm^2}$$

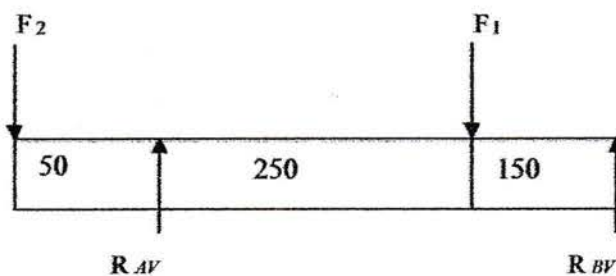
1. Gaya-gaya yang terjadi pada poros :



Gambar4.9. Gaya-gaya yang terjadi pada poros.

- a. Poros I (Poros Penggiling)
- b. Diameter poros yang direncanakan adalah 25,4 mm atau 1 inchi

1) Gaya vertikal



Gambar 4.10. Gaya-gaya vertikal pada poros I

$F_1 = 2 \text{ kg}$ (berat batu gerinda)

$$F_2 = (T_1 + T_2) \quad (3.23)$$

$$F_2 = (21,42 + 5,66)$$

$$= 27,08 \text{ kg}$$

$$\sum M_B = 0 \quad (3.24)$$

$$R_{AV} \times 400 = F_1 \times 150 + F_2 \times 450 \quad (3.25)$$

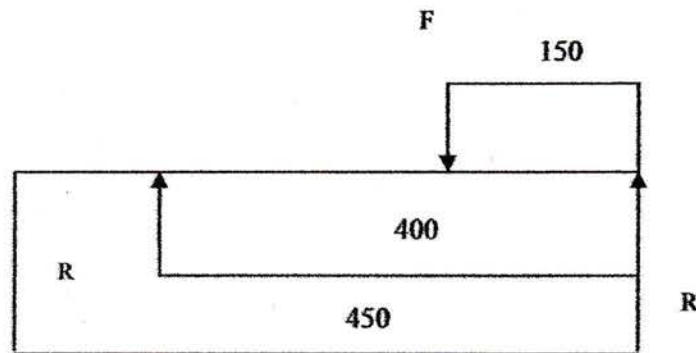
$$R_{AV} = \frac{2 \times 150 + 27,08 \times 450}{400}$$

$$R_{AV} = 31,215 \text{ kg}$$

$$R_{BV} = R_{AV} - (F_1 + F_2) \quad (3.26)$$

$$= 31,215 - (2 + 27,08) = 21,135 \text{ kg}$$

2) Gaya horizontal



Gambar 4.11. Gaya-gaya horizontal pada poros I

$$F_1 = F_2 = 3,75 \text{ kg}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$R_{AH} \times 400 = F_1 \times 150$$

$$R_{AH} = \frac{3,75 \times 150}{400}$$

$$R_{AH} = 1,41 \text{ kg}$$

$$R_{BH} = F_1 - R_{AH} \quad (3.27)$$

$$= 3,75 - 1,41$$

$$= 2,34 \text{ kg}$$

$$R_A = \sqrt{(R_{AV})^2 + (R_{AH})^2} \quad (3.28)$$

$$R_A = \sqrt{(31,215)^2 + (1,41)^2}$$

$$R_A = 31,24 \text{ kg}$$

$$R_B = \sqrt{(R_{BV})^2 + (R_{BH})^2}$$

$$R_B = \sqrt{(2,135)^2 + (2,34)^2}$$

$$R_B = 3,17 \text{ kg}$$

Maka, momen lentur (M) adalah

$$\text{Momen } F_1 = M_1 = R_B \times 150 \quad (3.29)$$

$$= 3,17 \times 150$$

$$= 475,5 \text{ kg mm}$$

$$\text{Momen } F_2 = M_2 = R_A \times 50$$

$$= 31,24 \times 50$$

$$= 1562 \text{ kg mm}$$

Tegangan geser maksimum adalah

$$\tau_{maks} = \frac{5,1}{d^3} \sqrt{(M \times K_m)^2 + (T \times K_t)^2} \quad (3.30)$$

Dimana :

K_m = faktor koreksi momen lentur (1 - 3)

K_t = faktor koreksi momen puntir (1,5 - 3)

$$\begin{aligned} \tau_{maks} &= \frac{5,1}{(25,4)^3} \sqrt{(1562 \times 2)^2 + (382,096 \times 1,5)^2} \\ &= 0,988 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \end{aligned}$$

Momen puntir ekivalen

$$T_e = \sqrt{(M \times K_m)^2 + (T \times K_t)^2} \quad (3.31)$$

$$Te = \sqrt{(1562 \times 2)^2 + (382,096 \times 1,5)^2}$$

$$Te = 3176,14 \text{ kg mm}$$

$$Te = \frac{\pi}{16} \times d^3 \times \tau_a \quad (3.32)$$

$$\text{Dimana } \tau_a = 7,9 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

Maka :

$$d = \sqrt[3]{\frac{Te \times 16}{\pi \times \tau_a}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{3176,14 \times 16}{\pi \times 4}}$$

$$d = \sqrt[3]{2048,627}$$

$$d = 16 \text{ mm}$$

c. Poros II (poros pendukung)

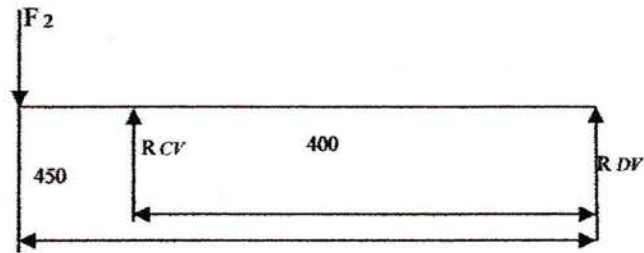
Diameter poros yang direncanakan adalah 30 mm. Adapun fungsi poros ini adalah sebagai penerus putaran motor ke poros penggilingan. Poros ini akan mengalami tegangan puntir karena adanya pengaruh tegangan sabuk pada puli tersebut.

$$T = F \times R \quad (3.33)$$

Dimana :

$$F = (T_1 + T_2)$$

1) Gaya vertikal



Gambar 4.12. Gaya-gaya vertikal pada poros II

$$F_1 = (T_1 + T_2)$$

$$F_1 = (21,42 + 5,66)$$

$$F_1 = 27,08 \text{ kg}$$

$$\sum M_D = 0$$

$$R_{CV} \times 400 = F_1 \times 450$$

$$R_{CV} = \frac{27,08 \times 450}{400}$$

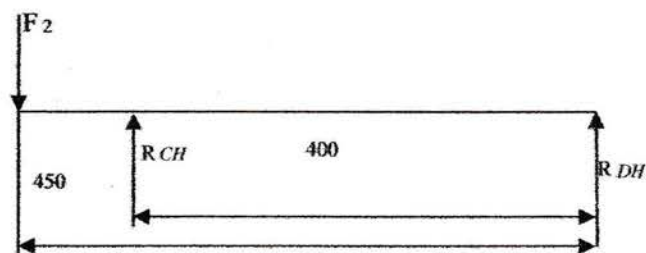
$$R_{CV} = 30,465 \text{ kg}$$

$$R_{DV} = R_{CV} - F_1$$

$$R_{DV} = 30,465 - 27,08$$

$$R_{DV} = 3,385 \text{ kg}$$

1) Gaya horizontal



Gambar 4.13. Gaya-gaya horizontal pada poros II

$$F_1 = (T_1 + T_2)$$

$$F_1 = (21,42 + 4,5)$$

$$F_1 = 25,92 \text{ kg}$$

$$\sum M_D = 0$$

$$R_{CH} \times 400 = F_2 \times 450$$

$$R_{CH} = \frac{25,92 + 450}{400}$$

$$R_{CH} = 29,16 \text{ kg}$$

$$R_{DH} = R_{CH} - F_1$$

$$R_{DH} = 29,16 - 25,92$$

$$R_{DH} = 3,24 \text{ kg}$$

$$R_C = \sqrt{(R_{CV})^2 + (R_{CH})^2}$$

$$R_C = \sqrt{(30,265)^2 + (29,16)^2}$$

$$R_C = 42,17 \text{ kg}$$

$$R_D = \sqrt{(R_{DV})^2 + (R_{DH})^2}$$

$$R_D = \sqrt{(3,385)^2 + (3,24)^2}$$

$$R_D = 4,68 \text{ kg}$$

Momen lentur (M) adalah:

$$M_1 = R_C \times 50$$

$$M_1 = 42,17 \times 50$$

$$M_1 = 2108,5 \text{ k} \cdot \text{mm}$$

$$M_2 = R_A \times 50$$

$$M_2 = 31,24 \times 50$$

$$M_2 = 1562 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

Tegangan geser maksimum adalah

$$\tau_{maks} = \frac{5,1}{d^3} \sqrt{(M \times K_m)^2 + (T \times K_t)^2}$$

$$\begin{aligned} \tau_{maks} &= \frac{5,1}{(30)^3} \sqrt{(2108,5 \times 2)^2 + (1031,75 \times 1,5)^2} \\ &= 0,844 \frac{kg}{mm^2} \end{aligned}$$

Momen puntir ekivalen

$$Te = \sqrt{(M \times K_m)^2 + (T \times K_t)^2}$$

$$Te = 4492,01 \text{ kg mm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{Te \times 16}{\pi \times \sigma_a}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4492,01 \times 16}{\pi \times 4}}$$

$$d = \sqrt[3]{5722,30}$$

$$d = 17,88 \text{ mm}$$

4.8. Perhitungan Bantalan Mesin Pembuat Tahu.

Bantalan yang digunakan dalam perencanaan ini adalah bantalan gelinding. Jenis bantalan poros dengan dimensi gaya dapat diperoleh ukuran bantalan yang diinginkan, dari perhitungan diperoleh;

1. Pada poros penggilingan

$$F_{rB} = 3,17 \text{ kg}; F_{rA} = 31,24 \text{ kg},$$

$$F_{rA} > F_{rB} ; F_r = \text{beban radial}$$

Maka digunakan daya yang lebih besar, yaitu 31,24 kg

Beban ekivalen dinamis adalah :

$$Pr = X \times V \times F_{Rb} \quad (3.34)$$

Dimana :

$V = 1$, untuk cincin dalam berputar

$X = 0,56$, bantalan baris tunggal,

$$Pr = 0,56 \times 1 \times 31,24 \text{ kg}$$

$$= 17,49 \text{ kg}$$

$$\text{Faktor kecepatan } (Fn) = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{1/3}$$

$$n = 387 \text{ rpm}$$

$$Fn = \left(\frac{33,3}{387} \right)^{1/3} = 0,44$$

Bantalan yang digunakan bernomor 6005 dengan kapasitas minimal spesifik

$$(C) = 790 \text{ kg}$$

Faktor umur bantalan

$$Fh = Fn \times \frac{C}{Pr} \quad (3.35)$$

$$= 0,44 \times \frac{790}{17,49}$$

$$= 19,87$$

$$\text{Umur nominal } (L_h) = 500 (f_h)^3 \quad (3.36)$$

$$L_h = 500 (19,87)^3$$

$$= 3922505 \text{ jam}$$

$$L_n = a_1 \times a_2 \times a_3 \times L_h \quad (3.37)$$

Dimana :

$a_1 = 0,21$, untuk faktor keandalan 99%

$a_2 = 1$, untuk faktor bahan baja yang dicairkan terbuka

$a_3 = 1$, untuk faktor kerja kondisi normal

maka,

$$L_n = 0,21 \times 1 \times 1 \times 3922505$$

$$= 823726,2 \text{ jam}$$

Dari perhitungan keadaan umur bantalan 99% (L_n) diperoleh umur bantalan poros sebesar 823726,2 jam.

2. Pada poros pendukung

$$F_{rC} = 42,17 \text{ kg} ; F_{rD} = 4,68 \text{ kg},$$

$$F_{rC} > F_{rD} ; F_r = \text{beban radial}$$

Maka digunakan daya yang lebih besar, yaitu 42,17 kg

Beban ekivalen dinamis adalahⁱ :

$$P_r = X \times V \times F_{XB}$$

Dimana :

$V = 1$, untuk cincin dalam berputar

$X = 0,56$, bantalan baris tunggal,

maka,

$$Pr = 0,56 \times 1 \times 42,17 \text{ kg}$$

$$= 23,61 \text{ kg}$$

$$\text{Faktor kecepatan } (Fn) = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{1/3}$$

$$n = 1420 \text{ rpm}$$

$$Fn = \left(\frac{33,3}{1420} \right)^{1/3} = 0,286$$

Bantalan yang digunakan bernomor 6005 dengan kapasitas minimal spesifik

$$(C) = 790 \text{ kg}$$

Faktor umur bantalanⁱⁱ

$$\begin{aligned} Fh &= Fn \times \frac{C}{Pr} \\ &= 0,286 \times \frac{790}{23,61} \\ &= 9,56 \end{aligned}$$

Umur nominal (L_h) = 500 (fh)³

$$\begin{aligned} L_h &= 500 (9,56)^3 \\ &= 436961,4 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$L_n = a_1 \times a_2 \times a_3 \times L_h$$

$$\begin{aligned} L_n &= 0,21 \times 1 \times 1 \times 436961,4 \\ &= 91740,8 \text{ jam} \end{aligned}$$

Dari perhitungan keadaan umur bantalan 99% (L_n) diperoleh umur bantalan poros sebesar 91740,8 jam.

4.9. Analisa Biaya Pembuatan.

Tujuan dari pembahasan analisis biaya ini adalah untuk mengetahui nilai ekonomis mesin dengan melihat kemampuan kerja yang dihasilkan oleh mesin, oleh sebab itu perlu diketahui besar biaya yang dibutuhkan untuk membuat satu mesin pembuat tahu ini, yang berguna bagi masyarakat.

3	Sabuk V	VA - 49	1 pc	Rp 20.000,-	Rp 20.000,-
	Tipe A	VA - 78	1 pc	Rp 30.000,-	Rp 30.000,-
5	Puli	Ø3"	3 pc	Rp 40.000,-	Rp 120.000,-
		Ø5"	1 pc	Rp 60.000,-	Rp 60.000,-
		Ø7"	1 pc	Rp 80.000,-	Rp 80.000,-
		Ø9"	1 pc	Rp 100.000,-	Rp 100.000,-
		Ø11"	1 pc	Rp 115.000,-	Rp 115.000,-
6	Kabel		3 m	Rp 5.000,-	Rp 15.000,-
7	Saklar		1 pc	Rp 3.000,-	Rp 3.000,-
8	Baut mur ring	M12	20 pc	Rp 1.000,-	Rp 20.000,-
		M18	12 pc	Rp 1.000,-	Rp 12.000,-
		1/2" x 1/2"	6 pc	Rp 1.000,-	Rp 6.000,-
		3/8" x 1"	4 pc	Rp 500,-	Rp 2.000,-
9	Kawat las	RB - 26	1kotak	Rp 110.000,-	Rp 110.000,-
10	Mata gergaji		2 pc	Rp 8.000,-	Rp 16.000,-
11	Mata bor	Ø 14 mm	1 pc	Rp 14.000,-	Rp 14.000,-
		Ø 8 mm	1 pc	Rp 8.000,-	Rp 8.000,-
		Ø 3 mm	1 pc	Rp 3.000,-	Rp 3.000,-
Jumlah					Rp.1.574.00,-

Total keseluruhan biaya material = Biaya bahan baku + Biaya bahan jadi
 = Rp 914.000 + Rp 1.574.000,-
 = Rp 2.488.000,-

2. Harga jual mesin

Karena keterbatasan waktu dan kemampuan penulis dalam penelitian biaya – biaya yang lain, seperti: biaya listrik, biaya operator, biaya depresiasi mesin/peralatan, ppn, maka penulis mengasumsikan biaya tersebut diatas adalah 100% dari total biaya material.

$$\begin{aligned}\text{Maks: harga jual mesin} &= (100\% \times \text{total biaya material}) + \text{total biaya material} \\ &= (100\% \times \text{Rp } 2.488.000) + \text{Rp } 2.488.000 \\ &= \text{Rp } 4.976.000,-\end{aligned}$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bagian sebelumnya, dapat diambil kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Mesin pembuat tahu pada rancangan ini adalah mesin pembuat tahu yang masih berkapasitas termasuk kecil yang dapat di jadikan acuan untuk merancang mesin yang serupa dengan kapasitas produksi jauh lebih besar.
2. Mesin pembuat tahu ini dapat beroperasi pada daya listrik rumahan yang berkapasitas 900 watt dan tidak memerlukan tempat yang luas dalam kegiatan produksi.

5.2. Saran

Ada beberapa hal yang dapat penulis sarankan dalam tugas akhir ini kepada pembaca antara lain :

1. Dalam merencanakan suatu mesin, sebaiknya terlebih dahulu memahami prinsip kerja dari mesin yang direncanakan tersebut.
2. Bila ingin merencanakan mesin pembuat tahu pada masa yang akan datang, sebaiknya memilih bahan yang memiliki tegangan tarik yang lebih tinggi, sehingga dapat meningkatkan kapasitas dari mesin pembuat tahu yang direncanakan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Creamer, *Machine Design Third Edition*, New York : Mc Graw-Hill,1986.
- Ferdinand P. Beer, *Statika*, Jakarta : Erlangga,1996.
- Hans J, Ospaikrik, *Mekanika Bahan*, Jakarta : Erlangga,1991.
- Khurmi, R.S. Gupta, J.K., *Machine Design*, New Delhi : Eurasia Publishing House (Pvt) LTD,1980.
- Kuswara, Sutrisno, *Teknologi Pengolahan Kedelai*, Jakarta : Pustaka Sinar Harapan,1992.
- Sularso, Kyokatsu Suga, *Elemen Mesin*, Jakarta : Pradnya Paramita,1997.
- Sato, Takeshi, *Menggambar Mesin*, Jakarta : Pradnya Paramita,1986.
- TEDC Bandung,1982.

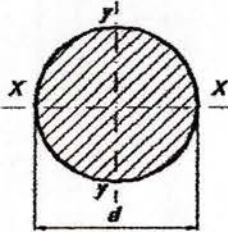
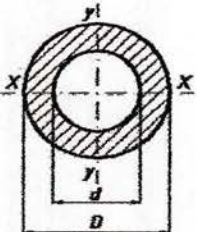
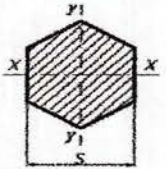
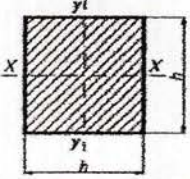
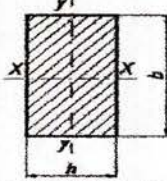
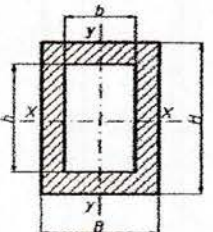
Lampiran : 1

Tabel kesimpulan-kesimpulan perencanaan (data teknis) mesin pembuat tahu.

No	Hal yang disimpulkan	Kesimpulan hasil pembahasan
1.	Kapasitas mesin pembuat tahu	$50 \frac{\text{cetakan}}{\text{jam}}$
2.	Daya motor yang digunakan	0,785 HP atau 1 HP
3.	Diameter nominal puli yang digunakan	
	a. Puli 1	76,2 mm
	b. Puli 2	76,2 mm
	c. Puli 3	279,6 mm
	d. Puli 4	120,23 mm
	e. Puli 5	76,2 mm
	f. Puli 6	228,6 mm
4.	Sabuk yang digunakan	V, tipe A
5.	Ukuran-ukuran panjang keliling sabuk	
	a. Sabuk 1 (dari puli 1 ke puli 2)	1139,27 mm
	b. Sabuk 2 (dari puli 2 ke puli 3)	1753,47 mm
	c. Sabuk 3 (dari puli 1 ke puli 4)	713,57 mm
	d. Sabuk 4 (dari puli 5 ke puli 6)	858,6 mm
6.	Bahan poros yang digunakan	S30C yang memiliki tegangan tarik $48 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$
7.	Diameter poros yang digunakan	
	a. Poros 1	16 mm
	b. Poros 2	17,88 mm
8.	Bantalan yang digunakan	Bantalan gelinding dengan nomor 6005

Lampiran : 2

Tabel : Rumus I_p , ω_b , ω_t untuk beberapa bentuk penampang bahan

Penampang	I_p (Inersia polar)	ω_b (Tahanan bengkok)	ω_t (Tahanan torsi)
	$\frac{\pi \times d^4}{64}$	$\frac{\pi \times d^3}{32}$	$\frac{\pi \times d^3}{16}$
	$\frac{\pi (D^4 - d^4)}{64}$	$\frac{\pi (D^4 - d^4)}{32 D}$	$\frac{\pi (D^4 - d^4)}{16 D}$
	$I_x = I_y$ $= \frac{S^3}{144} \times S^4$	$W_x = \frac{5 S^3}{48}$ $W_y = \frac{5 S^3}{243}$	$0,188 S^3$
	$\frac{h^4}{12}$	$W_x = W_y = \frac{h^3}{6}$ $W_D = \frac{2 h^3}{12}$	$0,208 S^3$
	$I_x = \frac{b \times h^3}{12}$ $I_y = \frac{h \times b^3}{12}$	$W_x = \frac{b \times h^2}{6}$ $W_y = \frac{h \times b^2}{6}$	
	$I_x = \frac{BH^3 - bh^3}{12}$ $I_y = \frac{HB^3 - hb^3}{12}$	$W_x = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}$ $W_y = \frac{HB^3 - hb^3}{6B}$	$\frac{1}{2} (H + h)(B + b)$