

Perancangan Mesin Pencuci Kedelai Kapasitas 50 Kg dengan Metode *French*

Ludvi Arif Wibowo, Ari Supriatna, M. Ramdan M.

Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Sukabumi

Jl. Babakan Sirna No.25, Benteng, Kec. Warudoyong, Kota Sukabumi, Jawa Barat 43132

supriatnaari61@gmail.com, ludviarifwibowo@polteksmi.ac.id

ramdanherwandi@gmail.com

Abstrak

Proses pencucian kacang kedelai masih dilakukan secara manual dengan posisi membungkuk, dalam proses produksi secara manual menyita waktu yang lama dikarenakan menggunakan tangan sebagai media pencuci. Pada tugas akhir ini dirancang mesin Pencuci Kedelai Kapasitas 50 Kg, pada proses perancangan ini, perancang menggunakan 1 metode perancangan yaitu Metode *French*, adapun hasil dari perancangan menggunakan metode *French* untuk memenuhi standar alat mengolah makanan maka bak untuk menampung kedelai dibuat dari stainless steel 304 (*food grade*) dengan kapasitas 50 kg, dengan motor penggerak 1 HP dengan kecepatan 1400 RPM, komponen transmisi menggunakan transmisi dengan 2 kali reduksi putaran yaitu dengan transmisi puli dan *belt*, Pulli penggerak dengan $\varnothing 76,2 \text{ mm}$ dan yang digerakan $\varnothing 304,8 \text{ mm}$ dengan poros pejal $\varnothing 30 \text{ mm}$ dengan bahan *Stainless Steel 304* dengan RPM yang dihasilkan yaitu 350 RPM, dengan tipe *belt* A50 dan transmisi *Sprocket* dan *Chain* dengan jumlah mata gigi *sprocket* penggerak 14 *teeth* dan yang digerakan 42 *teeth*, dengan poros pejal $\varnothing 30 \text{ mm}$ dengan bahan *Stainless Steel 304* dengan RPM akhir yaitu 117 RPM dengan panjang rantai 130 *teeth* dengan bahan rangka yaitu besi siku ukuran 40 x 40 x 3 mm, dengan baling baling tipe persegi panjang, hasil uji coba didapat kan hasil pencucian sekitar 3 kali pencucian, dengan durasi 1 kali mencuci yaitu 1 menit. Dengan dirancangnya mesin pencuci kedelai kapasitas 50 kg harapannya bisa menjawab kebutuhan para pengusaha tempe yang selalu mengutamakan kehygienisan dan efisiensi waktu pada produk yang di olahnya.

Kata Kunci: Mesin Pencuci, Kedelai, *french*

I. PENDAHULUAN

Tempe adalah makanan yang populer di negara kita. Meskipun tempe merupakan makanan yang sederhana, tetapi tempe mempunyai atau mengandung sumber protein nabati yang cukup tinggi. Tempe adalah makanan yang dibuat dari fermentasi terhadap biji kacang kedelai. Pembuatan tempe tentunya terdapat bahan baku berupa kacang kedelai harus dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu sebelum akan difermentasikan.

Proses pencucian kacang kedelai masih dilakukan secara manual dengan posisi membungkuk. Pada proses ini karyawan merasakan sakit pada tulang belakang karena berulang kali (repetitif) mencuci kacang kedelai yang beratnya lebih dari 20 Kg di bak pencucian. Hal ini diketahui melalui proses wawancara. Apabila dibiarkan terus-menerus, maka akan berpotensi menimbulkan

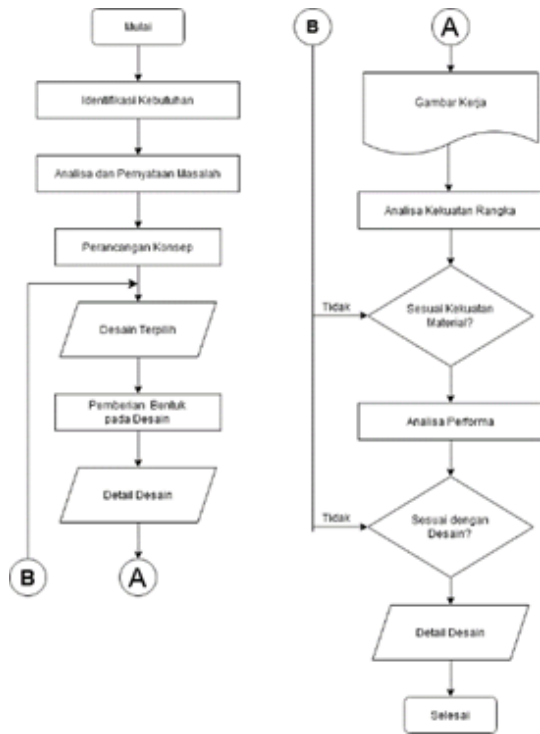
gejala muskuloskeletal (keluhan pada bagian-bagian otot skeletal).

Dalam proses produksi secara manual juga menyita waktu yang lama dikarenakan untuk menghasilkan kualitas yang higienis dan bersih harus dilakukan pencucian 2 sampai 3 kali pencucian setelah itu baru bisa dikatakan bersih dan layak untuk lanjut ke proses selanjutnya. Dengan melihat kondisi tersebut, maka dirancanglah "Mesin Pencuci Kedelai dengan kapasitas 50 Kg menggunakan Metode *French*".

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sistematika Perancangan

Diagram alir adalah suatu gambaran utama yang digunakan untuk dasar perancangan, ada beberapa tahapan dalam proses perancangan mesin pencuci kedelai kapasitas 50 kg dengan menggunakan metode *French*, antara lain yaitu:



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

B. Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan Mesin Pencuci Kedelai kapasitas 50 Kg Menggunakan Metode *French* ini adalah:

1. Dapat mencuci kedelai dan membersihkan sisa-sisa kulit ari hasil dari proses pemisahan kuli ari kacang kedelai.
2. Mesin yang dirancang dapat bekerja mencuci kedelai yang ditampung dalam bak pencuci.
3. Memiliki kemampuan untuk meringankan pekerjaan dalam proses pencucian kedelai oleh tenaga manusia serta mempercepat dan mempersingkat waktu pengerjaan dengan tingkat kebersihan yang maksimal.

C. Matriks Morfologi

Dalam pengembangan konsep alat uji dan masing-masing solusi sub blok fungsi dari dibentuk suatu matrik morfologi yang mewakili setiap konsep atau solusi yang telah dirumuskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks morfologi

No	Komponen	A	B	C	D
1	Sumber penggerak	Motor 1 phase	Motor 3 phase	Motor bakar	
2	Sistem Transmisi	Pulley/ v-belt	Sprocket/ rantai	Gear box	kopling
3	Bahan bak	Plat Stainless Steel 304	Plat Stainless Steel 201	Plat besi	

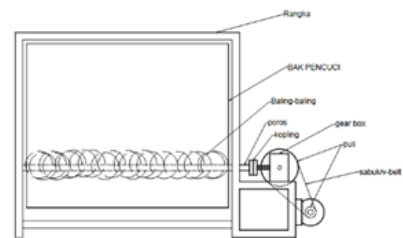
Maka terpilihah beberapa konsep alat uji yang mungkin dikembangkan sesuai dengan kriteria yang akan direncanakan, alternatif konsep alat uji yang akan dikembangkan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2. Alternatif konsep Alat yang dikembangkan

Konsep 1	1B+2A+2B+2D+ 3B+4B+5A+6B
Konsep 2	1C+2B+2C+3A+4B+5A+6A
Konsep 3	1A+2A+2B+3A+4A+5B+6B

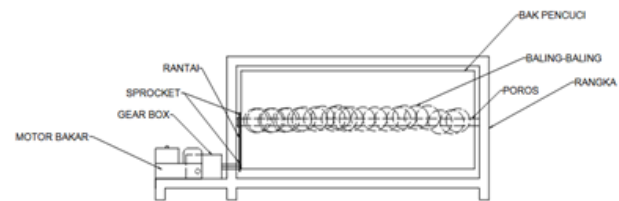
D. Konsep Rancangan

1) Rancangan pertama



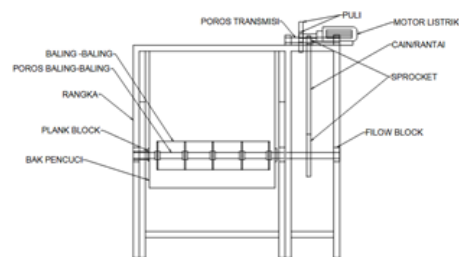
Gambar 2. Konsep rancangan pertama

2) Rancangan kedua



Gambar 3. Konsep rancangan kedua

3) Rancangan ketiga



Gambar 4. Konsep rancangan ketiga

Tabel 3. Pemilihan konsep rancangan

No	Kriteria	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3	
1	Ekonomis	Hemat daya	6,6	6,7	8
		Murah biaya	6,6	6,6	8,6
2	Operasional	Konstruksi sederhana	6,7	6,6	8
		Mudah dioperasikan	7,3	6,6	8,3
3	Perawatan	Mudah dibersihkan	6,7	7,0	8,0
		Komponen mudah dirawat	6,6	6,6	8,6
4	Keamanan	Aman dioperasikan	6,7	7,3	9
		Ramah lingkungan	8,0	6,0	8,6
Jumlah		55,2	53,4	67,4	

E. Evaluasi Konsep Rancangan dengan Matriks Keputusan

Pemilihan konsep rancangan dengan memberikan skor pada tiap-tiap konsep produk. Pada pemilihan konsep rancangan, tiap kriteria teknik diberi bobot berdasarkan dengan tingkat kepentingan. Semakin tinggi nilai bobot pada kriteria teknik, kriteria teknik tersebut mempunyai tingkat kepentingan lebih dibandingkan dengan kriteria teknik yang lain. Setiap rancangan konsep dibandingkan dengan rancangan referensi yang sudah ditetapkan dari konsep rancangan. rancangan yang dijadikan referensi dalam penentuan konsep rancangan yang akan dikembangkan adalah konsep rancangan kedua. Tabel 3 merupakan pemilihan konsep rancangan yang akan dipilih dengan memberikan skor pada tiap-tiap konsep rancangan.

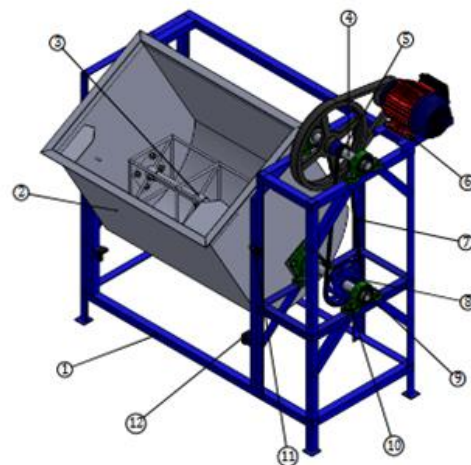
Penilaian akhir adalah hasil dari rata-rata dari 3 DU/DI. Perancangan memberikan rincian bobot penilaian sebagai berikut:

1. 5-6 = kurang bagus,
2. 7-8 = bagus,
3. 9-10 = sangat bagus.

Dengan evaluasi yang dilakukan dengan matrix keputusan, maka konsep yang memiliki nilai tertinggi adalah konsep ke 3 dengan skor **67,4**. Berdasarkan hasil tersebut maka konsep 3 akan menjadi konsep terpilih untuk dikembangkan ketahap selanjutnya.

F. Pemberian Bentuk

Gambar 5 merupakan perancangan dengan skema Mesin Pencuci Kedelai.



Gambar 5. Konsep Rancangan Mesin Pencuci kedelai

Keterangan :

1. Rangka
2. bak pencuci
3. baling – baling
4. poros atas
5. gear primer
6. baut dudukan motor
7. rantai
8. gear skunder
9. pillow block
10. Baut pillow block
11. Door lock
12. Kaki karet
13. Pulley penggerak
14. Motor listrik
15. V-belt
16. Pulley yang digerakan
17. Plank block
18. Baut Plank block
19. poros bawah

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemilihan Motor/Daya Penggerak

1) Perhitungan daya motor

$$P(\text{hp}) = \frac{N(\text{Rpm}) \cdot T(\text{lb. ft})}{5252}$$

$$= \frac{110(\text{Rpm}) \cdot 10,86(\text{lb. ft})}{5252}$$

$$= 0,23 \text{ Hp}$$

$$= 169,56 \text{ watt}$$

Untuk menentukan besarnya daya mesin (P) yang diperlukan, maka harus dihitung terlebih dahulu torsi (T) yang digunakan persamaan yaitu :

Beban kerja total (F):
= 50 kg (kapasitas daya tamping bak cuci)
= 4 kg (berat baling-baling)
Jari-jari buleng es krim (L):
= 0,8 cm (diameter rusuk rangka baling-baling)

$$T = F \times L$$

$$T = 54 \text{ (kg)} \times 0,8 \text{ (cm)}$$

$$T = 43,2 \text{ Kg.cm} = 3,124 \text{ Lb.ft}$$

Setelah mengetahui besar torsi (T) yang dihasilkan, maka setelah itu bisa dihitung daya mesin. Untuk daya mesin (P) digunakan persamaan rumus yaitu

$$N = 1400 \text{ rpm}$$

$$T = 43,2 \text{ kg.cm} = 3,124 \text{ Lb.ft}$$

Maka:

$$P(\text{hp}) = \frac{N \times T}{5252} = \frac{1400(\text{rpm}) \times 3,124(\text{lb. ft})}{5252}$$

$$= 0,848 \text{ hp}$$

$$P(\text{hp}) = 0,832 \text{ (hp)} \times 745,7 \text{ (Watt/hp)}$$

$$= 620,4 \text{ Watt}$$

Setelah efisiensi transmisi sudah diketahui maka selanjutnya menghitung patokan daya dengan persamaan rumus:

$$F_c = \text{daya rata-rata (1,2)}$$

$$P = 620,4 \text{ Watt} = 0,6204 \text{ kW}$$

$$P_a = F_c \cdot P$$

$$= 1,2 \times 0,6204 \text{ (kW)}$$

$$= 0,744 \text{ kW} = 0,977 \text{ Hp}$$

Setelah diketahui hasil spesifikasi motor yang diperlukan, maka spesifikasi yang mendekati yaitu menggunakan motor listrik pada Gambar 6.

Tabel 4. Spesifikasi Motor terpilih

Voltage	220 V
Power	750 Watt/0,75 Kw/ 1 HP
Speed	1400 Rpm
Merk	Pro-Quip
Made in	U.S.A
Jenis phase	Single Phase
Jumlah pole	4 Phole



Gambar 3. Motor listrik

B. Langkah Perhitungan Diameter Poros

Setelah mengetahui besarnya torsi dan daya motor, maka selanjutnya menghitung diameter poros atas dan bawah, poros yang direncanakan akan menerima beban kombinasi, dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

1) Poros atas
Bahan poros pejal menggunakan AISI 304
P = 0,75 kW = 750 Watt
N = 1400 Rpm
L = 300 mm
 $\tau = 205 \text{ Mpa}$
(bahan poros AISI 304 dari referensi)
W1 = 98.006 N = 10 kg
(berat dari puli dan sprocket)

$$T = \frac{P(w) \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot N(\text{Rpm})}$$

$$= \frac{750(\text{watt}) \times 60}{2 \times 3,14 \times 1400(\text{Rpm})}$$

$$= 5,115 \text{ Nm}$$

Menghitung momen lentur poros

$$M = F \cdot L$$

$$= 9800600 \text{ (Nmm)} \times 300 \text{ (mm)}$$

$$= 147.090.000 \text{ N.mm}$$

Sehingga dapat disimpulkan untuk mencari diameter poros yang diinginkan menggunakan persamaan bahwa :

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

$$= \sqrt{5,115^2 + 147.090.000^2}$$

$$= 566.057,619 \text{ N.m}$$

Jadi, untuk mencari diameter poros menurut torsi equivalen sebagai berikut :

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_e}{\pi \cdot \tau}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 566.057,619 (Nm)}{3,14 \cdot 205}}$$

$$= 24,13 \text{ mm}$$

Dengan cara dan proses yang sama seperti sebelumnya, maka akan didapatkan

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

$$= \frac{1}{2} (147.090.000 \text{ Nmm} + \sqrt{566.057,619 \text{ Nmm}})$$

$$= 73545376 \text{ N.mm}$$

Maka :

$$\tau = \frac{\sigma}{\sqrt{3}} = \sigma = \sqrt{3} \times \tau$$

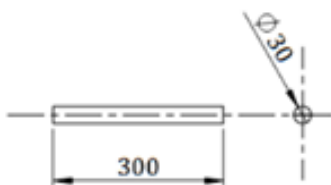
$$\sigma = \sqrt{3} \times 205 \text{ (mpa)}$$

$$= 355 \text{ mpa}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_e}{\pi \cdot \sigma}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 73545376 (Nmm)}{3,14 \cdot 355 (Mpa)}} = 12,82 \text{ mm}$$

Dalam tabel diameter poros menurut (sularso, 2008) maka, dipilihlah diameter poros (pejal) atas menggunakan torsi equivalen yang teratas yaitu 30 mm.



Gambar 7. Poros (pejal) atas

C. Perancangan Pasak

Untuk pasak yang digunakan pada motor listrik, dan untuk mengetahui dimensi pasak, maka diketahui hal-hal berikut :

$$P = 750 \text{ watt}$$

$$N = 1400 \text{ Rpm}$$

$$D = 25 \text{ mm}$$

$$\sigma_t = 324 \text{ MPa (dari referensi)}$$

Bahan pasak = S40C.

Dikarenakan dalam tabel pasak standar untuk diameter 25 mm tidak ditemukan, maka dipakailah diameter di atasnya, yaitu diameter 30 mm, dengan:

$$B : 10 \text{ mm}$$

$$T : 8 \text{ mm}$$

Maka:

$$L = \frac{\pi \times d^2}{8 \times b}$$

$$L = \frac{3,14 \times 30^2 (mm)}{8 \times 10 (mm)}$$

$$= 35,3 \text{ mm} = 35 \text{ mm} = 3,5 \text{ cm}$$

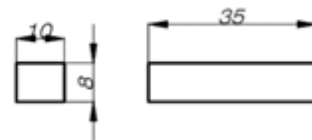
Setelah diketahui panjang dari pasak maka perlu pengecekan kekuatan gesek dan kekuatan normal digunakan rumus persamaan berikut :

$$\frac{\text{kekuatan geser}}{\text{kekuatan normal}} = \frac{8 \cdot L (cm) \cdot b}{\pi \cdot d^2}$$

$$= \frac{8 \cdot 3,5 (cm) \cdot 1 (cm)}{3,14 \cdot 3,0^2 (cm)}$$

$$= 0,9 \text{ cm} = 1 \text{ cm (dibulatkan)}$$

Karena syarat $\frac{\sigma_c}{\tau} = 2$, maka desain pasak AMAN



Gambar 8. Pasak

D. Langkah Pemilihan Bearing

Perancangan bearing ini menggunakan jenis bushed bearing, mesin ini akan hidup dan berputar 3 jam/hari, dan menerima beban radial sebesar 566 055,619 N yang diketahui dari torsi equivalen (T_e) dan beban aksial sebesar 73.545.376 N diketahui dari momen equivalen (M_e), dan berputar dengan kecepatan 350 Rpm dan bantalan ini akan di ganti setelah 10 tahun dan diasumsikan bekerja setiap hari selama 3 jam Untuk merencanakan dan memilih bantalan yang tepat, bisa kita lakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$F_r = 566 \text{ 055,619 N}$$

$$F_a = 73.545.376 \text{ N}$$

$$N = 350 \text{ Rpm}$$

$$D = 30 \text{ mm}$$

1) Umur pakai bantalan berdasarkan jam operasional menggunakan persamaan:

$$l_H = 10 \times 84 \times 3$$

$$= 2.530 \text{ jam kerja}$$

$$L = 60 \times 350 (rpm) \times 2.530 (jam kerja)$$

$$= 53.130 \times 10^3$$

2) Menentukan harga X_r dan Y_a

C_o (beban statis bantalan) belum ada, sehingga harus diasumsikan terlebih dahulu.

$$\text{Nilai } \frac{F_a}{C_o} = 0,50$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{73.545.376 \text{ N}}{566 \text{ 055,619 N}} = 0,12$$

$$< e \text{ (lebih kecil dari 0,22)}$$

Maka:

Harga dari $X_r = 1$ dan $Y_a = 0$ (diambil dari tabel Harga X_r dan Y_o untuk beban dinamis equivalen). Sedangkan untuk faktor rotasi $v = 1$ $K_s = 1$

3) Menghitung beban dinamis equivalen menggunakan rumus

$$F_e = (X_r \times V \times F_r + Y_a \times F_a) \times K_s$$

$$F_e = (1 \times 1 \times 566.055,619 + 0 \times 73.545.376) \times 1 = 566.055 \text{ N}$$

4) Menghitung beban dinamik bantalan menggunakan persamaan:

$$C = F_e \left(\frac{L}{10^6} \right)$$

$$C = 566.055 \left(\frac{53.130 \times 10^3}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} = 21,275 \text{ N}$$

Dari Tabel bantalan dengan diameter poros 30 mm didapatkan no.206.

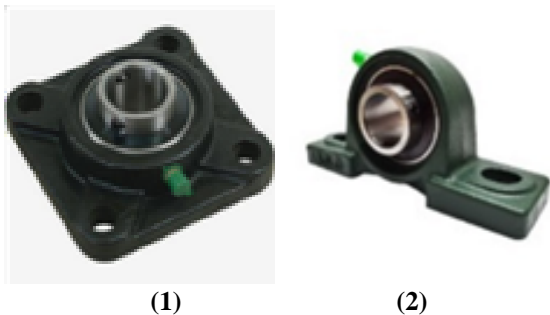
$$C_o = 10 = 10.000 \text{ N}$$

$$C = 15,3 = 15.300 \text{ N}$$

Nilai C_o ada sehingga:

$$\frac{566.055}{10.000} = 0,056$$

Jadi, dengan demikian bantalan yang diperlukan yaitu bantalan dengan No.206, dengan diameter poros 30 mm.



Gambar 9. Bearing type (1) UCF 206 dan (2) UCP 206

E. Langkah Perhitungan Pulley

Setelah ditentukan bearing yang diperlukan, maka setelah itu untuk mengetahui diameter puli yang digunakan persamaan:

$$d_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{n_2}$$

dimana :

d_2 = diameter puli yang digerakan dan yang direncanakan (mm).

d_1 = diameter puli penggerak yang direncanakan (mm).

N_1 = putaran motor yang ada di pasaran(rpm).

N_2 = target kecepatan putaran yang diinginkan (rpm).

Untuk mengetahui diameter pulley yang akan digunakan, maka diketahui:

$d_2 = 304,8 \text{ mm}/12''$ (diameter puli yang digerakan dan yang direncanakan)

$d_1 = 76,2 \text{ mm}/3''$ (diameter puli penggerak yang direncanakan)

$N_1 = 1400 \text{ rpm}$ (putaran motor yang ada di pasaran)

$N_2 = ???$ (target kecepatan putar yang diinginkan)

$$d_2 = \frac{N_1 \times d_1}{n_2}$$

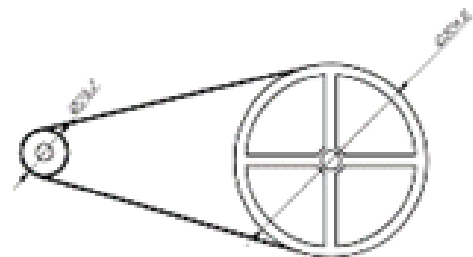
$$= \frac{1400 \text{ (Rpm)} \cdot 76,2 \text{ (mm)}}{304,8 \text{ (mm)}}$$

$$= 350 \text{ Rpm}$$

$$d_3 = \frac{n_1 \times d_1}{n_2} = \frac{1400 \text{ (Rpm)} \times 76,2 \text{ (mm)}}{350 \text{ (Rpm)}}$$

$$= 304,8 \text{ mm} \approx 12 \text{ inch}$$

Sehingga dari hasil perhitungan didapatkan rasio perbandingan puli yaitu 1:4 dengan diameter puli penggerak adalah $\varnothing 76,2 \text{ mm}/3''$ (inc) dan diameter puli yang di gerakan adalah $\varnothing 304,8 \text{ mm}/12''$ (inch).



Gambar 10. Puli

F. Langkah Perhitungan Sabuk

Setelah ditentukan diameter puli ,selanjutnya menentukan jenis sabuk ,panjang sabuk yang akan digunakan serta memilih tipe sabuk, untuk ukuran motor yang telah dipilih sebagai berikut:

Daya motor (P) : 1 HP

Putaran motor (Rpm) : 1400 Rpm

Maka dipilih sabuk V tipe A, untuk mengetahui panjang sabuk yang digunakan kita dapat menggunakan persamaan berikut:

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

Dimana:

L = panjang sabuk (mm)

C = jarak antar sumbu poros (mm)

Diketahui :

$D_p = 76,2 \text{ mm}$

$D_p = 304,8 \text{ mm}$

$C = 310 \text{ mm}$

Maka panjang sabuk V:

$$L = 2 \cdot 310 + \frac{\pi}{2}(76,2 + 304,8) + \frac{(76,2 - 304,8)^2}{4 \cdot 310}$$

$$L = 1260 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan didapat 1.260 mm, maka didapatkan pada ukuran sabuk standar yang dipakai adalah sabuk tipe A dengan panjang 1270 mm atau 50 inch (tabel panjang sabuk V standar) dilihat. Karena terdapat perbedaan antara perhitungan pemakaian sabuk, maka jarak antar sumbu dapat dikoreksi dengan persamaan:

$$c = \frac{\sqrt{b^2 + 8(D_2 - D_1)^2}}{8}$$

dengan:

$$b = 2L - \pi(D_2 - D_1)$$

$$b = 2 \cdot 1270 \text{ mm} - \pi(76,2 \text{ mm} + 304,8 \text{ mm})$$

$$b = 1343 \text{ mm}$$

Maka:

$$c = \frac{\sqrt{1343^2 + 8(76,2 - 304,8)^2}}{8} = 315 \text{ mm}$$

Jadi, dari hasil perhitungan diatas didapatkan tipe sabuk yaitu tipe A dengan panjang sabuk yaitu 1270 mm/50 inch dengan jarak antar sumbu poros yaitu 315 mm.



Gambar 11. Sabuk V

G. Langkah Perancangan Sprocket

Besarnya daya desain dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Pd = fc \cdot P$$

Dimana;

$$P = 0,75 \text{ kW}$$

$$fc = 1,0 \text{ (berdasarkan tabel } fc)$$

$$Pd = 1,0 \cdot 0,75$$

$$Pd = 0,75 \text{ kW}$$

Untuk menghitung perbandingan kecepatan sprocket dapat menggunakan persamaan berikut:

$$n_2 = \frac{n_1 \times nt_1}{nt_2}$$

diketahui:

$$nt_1 = 14 \text{ teeth}$$

$$nt_2 = 42 \text{ teeth}$$

$$n_1 = 350 \text{ rpm}$$

$$n_2 = \frac{350 \text{ (Rpm)} \times 14}{42} = 116,6 \text{ Rpm}$$

$$= 117 \text{ Rpm (dibulatkan)}$$

$$nt_3 = \frac{n_1 \times nt_1}{n_2} = \frac{350 \times 14}{116,6} = 42 \text{ teeth}$$

Jadi, kecepatan dari transmisi rantai ini adalah 117 Rpm dan jumlah mata gigi dari sprocket ini adalah 14 Teeth untuk sprocket penggerak dan 42 teeth untuk sprocket yang digerakan.

H. Langkah Perancangan Rantai

Rantai yang dipilih yaitu rantai no.40 menghitung Kecepatan Rantai dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$v = \frac{p \times z_1 \times n_1}{1000 \times 60}$$

diketahui :

$$P = 12,7 \text{ mm (dari tabel)}$$

$$Z_1 = 14 \text{ teeth}$$

$$N_1 = 350 \text{ Rpm}$$

$$V = ??$$

$$v = \frac{12,7 \text{ (mm)} \times 14 \text{ (teath)} \times 350 \text{ (rpm)}}{1000 \times 60}$$

$$= 1.037 \text{ m/s}$$

Beban yang bekerja pada satu rantai F (kg) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F = \frac{102 \times Pd}{v} = \frac{102 \times 0,75 \text{ (Kw)}}{1.037 \left(\frac{m}{s}\right)} = 73,7 \text{ kg}$$

Setelah itu, menentukan panjang rantai yang diperlukan dengan menggunakan rumus persamaan berikut:

$$Lp = \frac{z_1 + z_2}{2} + 2 Cp + \frac{[(z_2 - z_1)/6,28]^2}{Cp}$$

Lp: panjang rantai, dinyatakan dalam jumlah mata rantai.

$$z_1 : 14 \text{ teeth}$$

$$z_2 : 42 \text{ teeth}$$

$$C : 650 \text{ mm (direncanakan)}$$

$$P : 12,7 \text{ mm (dari tabel)}$$

$$Lp = \frac{14 + 42}{2} + 2 \times \frac{650}{12,7} + \frac{[(42 - 14)]^2}{6,28 \times \frac{650}{12,7}}$$

$$Lp = 130.405 \text{ teeth} \approx 130 \text{ teeth}$$

Jadi, dapat disimpulkan panjang dari rantai tersebut adalah 130 teeth



Gambar 12. Rantai

I. Langkah Perhitungan Rangka

Untuk menentukan dan menghitung rangka dan besi yang digunakan menggunakan persamaan berikut:

$$\tau_s = \frac{F}{2tw}$$

Keterangan:

τ_s = tegangan gaya geser

F = gaya normal

t = tebal

w = lebar

Diketahui:

50 kg kedelai + 10 kg bak pencuci, poros dan transmisi puli dan rantai. Maka total nya adalah 60 kg = 154,324 (Lb).

Jadi:

F : 526,26 (psi) dari referensi

τ_s : 154,324 (lb)

W : 40 (mm) = 1,57 in
154,324 (lb)

$$t = \frac{2 \times 526,26(\text{psi}) \times 1,57(\text{in})}{2 \times 526,26(\text{psi}) \times 1,57(\text{in})}$$

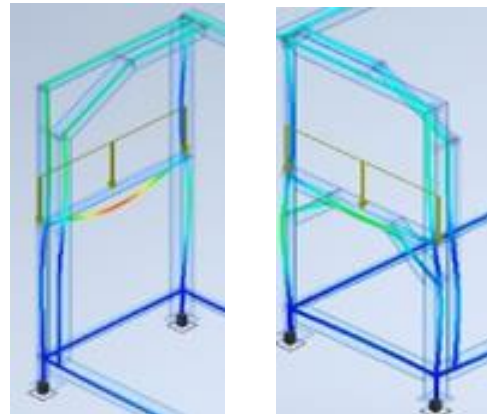
$$t = 0,09 \text{ in} = 2,86 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan ketebalan 2,86 mm maka digunakan besi siku S40C dengan ketebalan 40 x 40 x 3 mm. Setelah diketahui bahan dan ukuran rangka yang digunakan ,selanjutnya kita hitung kekuatan rangka dengan menggunakan *software* sebagai berikut:



Gambar 13. Defleksi Momen Lentur

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *software autodesk inventor 2021* dengan estimasi pembebanan 1079 N ini adalah titik pembebanan yang diperkirakan dari beban komponen yang bertumpu pada rangka , titik teraman pada rangka ini yaitu 0 - 6,73 mm dan titik maximal 11,22 mm , dari pengujian rangka diatas ditemukan titik yang diberi beban yang mencapai 11,22 mm yang merupakan titik maksimal dan bisa mendekati defleksi pada area yang diberikan beban . dengan adanya fenomena tersebut ada beberapa modifikasi rangka untuk meminimalisir defleksi dan *fracture* pada rangka yaitu sebagai berikut:



Gambar 14. Perbandingan Defleksi Momen Lentur Rangka

Dari hasil diatas nilai defleksi pada rangka menjadi berkurang akibat adanya penambahan siku pada rangka yang berfungsi sebagai penyangga dudukan yang nanti akan diberi beban yang bekerja. Jadi, dapat disimpulkan dari keterangan gambar diatas bahwa rangka yang dirancang dinyatakan AMAN.

J. Perhitungan Kekuatan Las

Perhitungan sambungan las ini menggunakan sambungan las GMAW dan GTAW yang sambungan las yang digunakan adalah sambungan temu (*butt jointed*) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$|\sigma_t| \geq \frac{F(\text{lb})}{h(\text{in}) \cdot l(\text{in})}$$

Keterangan :

F = Gaya normal (lb)

H = tebal (in)

L = panjang (in)

Diketahui:

F = 154,324 (lb)

H = 3 mm = 0,11 in

I = 40 mm = 1,57 in

$$|\sigma_t| \geq \frac{154,324(\text{lb})}{0,11(\text{in}) \times 1,57(\text{in})}$$

$$|\sigma_t| \geq 893,59 \text{ psi}$$

Dengan perhitungan diatas didapatkan kekuatan tarik $|\sigma_t| \geq 893,59 \text{ psi}$ dan dinya takan aman.

K. Estimasi Biaya

Untuk pembuatan Mesin Pencuci Kedelai diperlukan estimasi biaya yang dibutuhkan dengan menyesuaikan harga di pasaran mengacu dengan komponen yang telah dikonsep dalam perencanaan yang telah dipilih seperti pada Tabel 5.

Tabel 3. Estimasi Biaya Pembuatan

No	Nama Bahan	Ukuran	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
1	Besi Siku	40 x 40 x 3 mm	4 Batang	Rp. 92.000	Rp. 368.000
2	Siku Stainless 201	30 x 30 x 3 mm	1 Batang	Rp. 60.000	Rp. 60.000
3	Plat Stainless Steel 2B 304	1220 x 2440 1,2 mm	1 Lembar	Rp. 1.200.000	Rp. 1.200.000
4	Plat Stainless Steel HL 304	1220 x 2440 1 mm	1 Lembar	Rp. 1.000.000	Rp. 1.000.000
5	As Stainless 304	Ø8 mm	2 Batang	Rp. 82.000	Rp. 162.000
6	As Poros Stainless 304	Ø30 mm	1 Batang	Rp. 1.300.000	Rp. 1.300.000
7	Bushing Baling – Baling	Dl Ø40 mm Dd Ø30 mm	4 Pcs	Rp. 40.000	Rp. 160.000
8	Bos Sprocket kecil Dan besar	Ø35 - Ø48 mm	2 Pcs	Rp. 110.000	Rp. 220.000
9	UCP 206	Ø30 mm	5 Pcs	Rp. 50.000	Rp. 250.000
10	UCF 206	Ø30 mm	2 Pcs	Rp. 55.000	Rp. 110.000
11	Gear Set Suzuki Tunder 125	14-45 T 120 L	1 Set	Rp. 120.000	Rp. 120.000
12	Pully	12 Inch 3 Inch	1 Pcs 1 Pcs	Rp. 130.000 Rp. 60.000	Rp. 190.000
13	Belt	A 50	1 Pcs	Rp. 35.000	Rp. 35.000
14	Mur Dan Baut	M12 M10 SS MS	10 Set 12 Set 4 Set	Rp. 3.500 Rp. 11.000 Rp. 2.500	Rp. 35.000 Rp. 132.000 Rp. 10.000
15	Motor listrik	1 HP	1 Unit	Rp. 1.000.000	Rp. 1.000.000
16	Steker Saklar	Standar	1 Pcs	Rp. 10.000	Rp. 10.000
17	Kabel	3 m	1 Pcs	Rp. 8.000	Rp. 24.000
18	Door Lock Pengunci Bak	10 x 3,2 cm	2 Pcs	Rp. 7.500	Rp. 15.000
19	Karet Siku	40 x 40 x 3mm	2 Pcs	Rp. 3.000	Rp. 6.000
20	Tiner	1 L	1 Kaleng	Rp. 40.000	Rp. 40.000
21	Cat	1 L	1 Kaleng	Rp. 60.000	Rp. 60.000
JUMLAH HARGA BAHAN					RP. 6.507.000
UPAH JASA KERJA					RP. 1000.000
TOTAL BIAYA					RP. 7.507.000

Maka, dari hasil total estimasi biaya rancangan mesin pencuci kedelai dengan kapasitas 50 Kg ini didapatkan kurang lebih dikisaran RP. 7.507.000 (Tujuh juta Lima ratus Tujuh ribu rupiah) untuk membeli alat, bahan dan jasa pembuatan Mesin pencuci kedelai dengan kapasitas 50 Kg, biaya tersebut sewaktu-waktu bisa berubah tergantung harga material dipasaran. Harga ditetapkan berdasarkan biaya-biaya yang dikeluarkan dan ditambahkan keuntungan atau laba yang direncanakan, berikut ini adalah rinciannya:

$$\text{Laba } 20\% = \text{Rp. } 7.507.000 \times \frac{20}{100} = \text{Rp. } 1.502.000$$

$$\begin{aligned} \text{Harga jual} &= \text{modal (biaya produksi)} + \text{laba (30\%)} \\ &= \text{Rp. } 7.507.000 + \text{Rp. } 1.502.000 \\ &= \text{Rp. } 9.009.000 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui untuk harga jual mesin ini berkisar Rp. 9.009.000.

Untuk pencucian kacang kedelai 50 kg secara manual membutuhkan waktu proses selama 30 menit, berarti dalam 1 jam hanya dapat mencuci sebanyak 100 Kg dengan menggunakan tenaga manusia membutuhkan lebih dari 1 orang untuk

mencuci kedelai yang telah melalui proses pengasaman, kekurangannya sudah pasti biaya yang dikeluarkan lebih besar disetiap bulannya, ditambah lagi tenaga manusia itu tidak konsisten semakin lama semakin lelah, diperkirakan biaya proses memakai tenaga manual/tenaga manusia sebagai berikut:

Tabel 4. Biaya Proses menggunakan tenaga manusia/manual

NO	BIAYA PROSES PENCUCIAN	JUMLAH	SPESIFIKASI	UPAH PERHARI	UPAH PERBULAN
1.	Biaya tenaga kerja	2 orang	Sehat, kuat laki-laki	Rp.100.000/hari x 26 hari = Rp.3.000.000	Rp.1.080.000 x 2 orang = Rp.6.000.000
2.	Biaya tak terduga				Rp. 200.000
JUMLAH					Rp. 6.200.000

Untuk pencucian secara otomatis menggunakan tenaga mesin hanya membutuhkan 1 orang operator saja sudah cukup untuk mencuci kedelai yang telah melalui proses pengasaman, dan keunggulan menggunakan mesin juga tenaganya bersifat konstan dan konsisten meskipun dipakai terus menerus dengan catatan harus dirawat dengan baik dan benar berikut adalah rincian dari biaya proses menggunakan mesin pencuci kedelai:

Tabel 6. Biaya Proses menggunakan mesin

NO	BIAYA PROSES PENCUCIAN	SPESIFIKASI	PERHARI	PERBULAN
1.	Biaya listrik	750 Watt	Rp. 3.042,5/jam/hari	Rp. 79.092
2.	Biaya tenaga kerja		Rp.100.000 Rp. 800/ Kg	Rp.3.000.000
3.	Biaya perawatan alat	Meliputi perawatan pelumasan rantai, penggreas an bearing UCF dan UCP	Rp.3.950/1x perawatan 1x perawatan = 6 hari kerja/minggu x 48 minggu(1 tahun)	Rp.190.000
JUMLAH			Rp. 106.900	Rp. 3.269.092

Diketahui :

Listrik yang digunakan:

Spesifikasi motor = 750 Watt

Pemakaian = 3 jam /hari

Dipakai = 26 hari/bulan

Besar daya listrik yang direncanakan:

= 900 VA = Rp.1.352 rupiah/hari

Maka biaya pengeluaran listrik perbulannya dapat dihitung dengan cara berikut:

$$\begin{aligned} &= \text{power motor} \times \text{pemakaian perharinya} \\ &= 750 \text{ (watt)} \times 3 \text{ (jam)/hari} \\ &= 2.250 \text{ watt} \\ &= 2.250 : 1000 = 2,25 \text{ kWh} \end{aligned}$$

1) Menghitung biaya listrik/hari

$$\begin{aligned} \text{Daya mesin} &: 2,25 \text{ kwh} \\ \text{Biaya listrik mesin/hari} &: \\ &= 2,25 \text{ (kw)} \times \text{Rp. } 1.352 \\ &= \text{Rp. } 3.042/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya listrik/bulan} &: \\ &= 26 \text{ (hari)} \times \text{Rp. } 3.042/\text{hari} \\ &= \text{Rp. } 79.092/\text{bulan} \end{aligned}$$

2) Durasi dan kuantitas pencucian

Dalam 1 siklus pencucian kacang kedelai dengan 50 kg sampai benar-benar bersih adalah 3 kali pencucian, dengan durasi 1 menit dalam 1 kali pencucian. Berarti dalam 1 jam didapatkan 10 kali siklus pencucian, dengan hasil kacang kedelai yang dicuci sebanyak 10 (kali) \times 50 (Kg) = 500 kg.

Jika kedelai yang dicuci sebanyak 800 Kg, maka waktu yang dibutuhkan untuk proses pencucian adalah 1 jam 50 menit dengan catatan waktu tersebut dilakukan terus menerus tanpa istirahat. Jika diestimasi dengan waktu jeda operator maka diestimasi waktu mencuci sekitar 3 jam/800 Kg.

3) Biaya tenaga kerja

Estimasi biaya tenaga kerja adalah Rp. 100.000 perhari, jika dihitung per kg maka jasanya adalah 800 (kg)/hari : 100.000 = Rp.800 perKg.

4) Biaya perawatan

Untuk perawatan dilakukan 1x dalam 6 hari kerja (1 minggu) meliputi pelumasan rantai dan peng *Grease* an *pillow block* dan *plank block* dengan estimasi biaya grease sekitar Rp. 150.000/ pail ember ,dan 1 liter oli SAE 40 sekitar Rp. 40.000, jadi total bahan perawatan alat sebesar Rp. 190.000 rupiah di estimasikan habis dalam 1 tahun.

Jika dibagi per 1x dalam 6 hari kerja ,maka biaya perawatannya Rp. 190.000 : 48 minggu (1 tahun) = Rp. 3.950/ 1x perawatan. Jadi dapat disimpulkan biaya proses yang terdapat dalam mesin pencuci kedelai kapasitas 50 Kg adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Listrik} &= \text{Rp. } 3.042/3\text{jam/hari} \\ \text{Biaya tenaga kerja} &= \text{Rp. } 800/\text{kg} \\ \text{Biaya perawatan} &= \text{Rp. } 3.950 /1\text{x perawatan} \\ \text{Jadi total biaya proses per hari} &\text{ adalah Rp. } 106.900. \end{aligned}$$

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil perancangan mesin pencuci kedelai kapasitas 50 kg dengan metode *french* didapat kesimpulan :

1. Perancang memilih konsep rancangan ketiga bisa dilihat dari gambar 3.6 berdasarkan survey dari 3 instansi yang dianggap efektif dan efisien.
2. Berdasarkan perhitungan didapatkan elemen mesin yang digunakan dan direncanakan sebagai berikut:
 - 1) Daya motor penggerak yang dipilih adalah motor listrik dengan daya 1 HP/750 watt.
 - 2) Diameter poros yang digunakan adalah $\varnothing 30 \text{ mm}$ untuk diameter poros atas dan $\varnothing 30 \text{ mm}$ untuk diameter poros bawah.
 - 3) Panjang pasak 35 mm dengan bahan S40C.
 - 4) Diameter *bearing* $\varnothing 30 \text{ mm}$ dengan tipe *bearing* yang digunakan yaitu UCF 206 dan UCP 206.
 - 5) Diameter puli penggerak yaitu $\varnothing 76,2 \text{ mm} \approx 3 \text{ inci}$ dan puli yang digerakan yaitu $\varnothing 304,8 \text{ mm} \approx 12 \text{ inci}$.
 - 6) Sabuk yang dipilih yaitu sabuk tipe A dengan panjang sabuk 50 inci $\approx 1270 \text{ mm}$ dengan jarak antar sumbu poros 315 mm.
 - 7) *Sprocket* yang digunakan yaitu 14 *teath* untuk sprocket kecil dan 42 *teath* untuk sprocket besar.
 - 8) Rangka yang digunakan adalah besi siku (*angle bar*) dengan ukuran 40 x 40 x 3 mm dengan tumpuan menggunakan tumpuan sendi. Engsel.
 - 9) Untuk bak pencuci menggunakan full stainless steel 304 (food grade) sebagai material standar makanan dan aman untuk alat yang berhubungan dengan makanan.
 - 10) Untuk kapasitas tidak ada yang dirubah dengan kapasitas 50 kg.
3. Estimasi biaya perancangan mesin pencuci kedelai kapasitas 50 kg adalah Rp . 7.507.000 ditambah dengan 20 % harga jual berkisar Rp.9.009.000
4. Jadi dapat disimpulkan biaya proses yang terdapat dalam mesin pencuci kedelai kapasitas 50 Kg adalah sebagai berikut :

Listrik = Rp. 3.042/3jam/hari.
Biaya tenaga kerja = Rp. 800/ kg.
Biaya perawatan = Rp. 3.950 / perawatan/6 hari kerja.
Jadi total biaya proses per hari adalah Rp. 106.900.

REFERENSI

- [1] Yudi hervian,alfansuri (2018) dalam tugas akhir yang berjudul " RANCANG BANGUN ALAT PENCUCI KACANG TANAH MENGGUNAKAN TENAGA MOTOR LISTRIK KAPASITAS 5 KG", (Diakses tanggal : 15 Februari 2023).
- [2] Hadi Santosa Laurentinus, Yuliati Yuliati (2019) dalam tugas akhir yang berjudul "RANCANG BANGUN MESIN PENCUCI BERBAGAI JENIS UMBI, RIMPANG, KACANG TANAH DENGAN SINERGY ROTARY RUBBER BRUSH ". (Diakses tanggal : 28 Februari 2023).
- [3] Putri, Icha Yuliana (2020) dalam tugas akhir yang berjudul " Uji KINERJA MESIN PENCUCI KACANG TANAH TIPE HORIZONTAL DOUBLE HELIX" (Diakses tanggal : 05 Maret 2023).
- [4] Harsokoesoemo H .2004.Pengantar Perancangan Teknik(PerancanganProduk). Bandung: ITB.
- [5] G, Niemann,1982, *Elemen Mesin*. (Anton Budiman: terjemahan), Jakarta: Erlangga
- [6] Sularso, dan Kiyokatsu Suga. 1987. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. PRADNYA PARAMITA.
- [7] <http://nanihendi.com/artikel/bantalan-bearing-dan-jenisnya> (Diakses tanggal : 21 Juni 2023).
- [8] <https://www.suryalogam.com/stainless-steel-304/> (Diakses tanggal : 11 Juni 2023).
- [9] Sumarji, Jurnal ROTOR, Volume 4 Nomor1, Januari 2011 1 "STUDI PERBANDINGAN KETAHANAN KOROSI STAINLESS STEEL TIPE SS 304 DAN SS 201 MENGGUNAKAN METODE U-BEND TEST SECARA SIKLIK DENGAN VARIASI SUHU DAN PH"(Diakses tanggal : 10 Juni 2023).
- [10] Khurmi, R.S. & Gupta, J.K., (2005), A Textbook of Machine Design (S1 Unit), Eurasia Publising House, New Delhi.