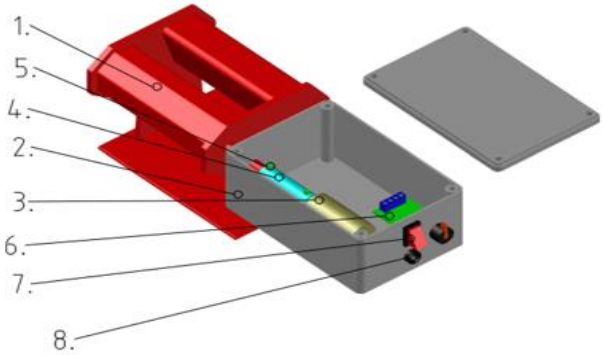
BAB III
MODIFIKASI MESIN *ROLLING* ADONAN KUE

A. Langkah Penelitian

Proses modifikasi mesin *rolling* adonan kue yang akan dilakukan yaitu dengan pembuatan alat yang kompatibel dengan mesin pemipih. Dalam pembuatan modifikasi tersebut harus didasari dengan konsep rancangan, konsep rancangan yang pertama ialah mengidentifikasi cara kerja dari mesin rolling adonan yang sudah ada (yang dioperasikan secara manual). Kedua, setelah mengetahui hal tersebut maka bisa ditentukan komponen apa yang akan dimodifikasi. Ketiga, tentukan komponen apa saja yang akan dibutuhkan saat proses modifikasi dilakukan. Keempat, penentuan tata letak/desain dengan mempertimbangkan aspek kemudahan pemasangan, kemudahan pemeriksaan dan perawatan, kemudahan perbaikan apabila terjadi kerusakan. Desain inilah yang akan menjadi acuan untuk membuat prototype modifikasi mesin rolling adonan kue.

Nama Bagian:

1. Mesin Penggiling
2. *Junction Box*
3. Motor listrik DC
4. Batang penghubung
5. Pasak
6. Regulator *Speed*
7. Saklar
8. *Konektor Power*



Gambar 3.1 Rancangan Mesin *Rolling* Adonan yang telah dimodifikasi

Deskripsi cara kerja mesin:

Tekan tombol *ON* untuk menyalakan motor listrik, sehingga batang penggerak berputar. Lalu atur putaran yang diinginkan dengan memutarkan *regulator speed* yang berada di samping tombol *ON.* Saat mesin sudah siap digunakan, atur ketebalan pemipihan adonan yang diinginkan paling besar dengan ketebalan 9 mm dan paling tipis 1 mm. Pemipihan adonan dibantu dengan operator yang

memasukkan adonan ke dalam mesin *rolling* dan juga siap menampung hasil adonan yang telah melalui proses pemipihan. Jika hasil adonan telah mencapai ketebalan yang diinginkan maka proses pemipihan selesai. Tekan tombol *OFF* untuk menghentikan putaran.

Data awal mesin:

Nama Mesin	:	Mesin *Rolling* Adonan Kue
Fungsi	:	Untuk memipihkan adonan kue
Kapasitas Mesin	:	5 Kg/jam
Daya penggerak	:	Motor Listrik

Komposisi adonan yang akan digunakan dalam mesin diantaranya:

1. Tepung Terigu 1kg
2. Tepung Tapioka 200 gram
3. Telur 3 butir 210 gram
4. Mentega 200 gram
5. Santan 500 ml
6. Kaldu 20 gram
7. Bawang putih 3 siung
8. Garam 5 gram

Dalam adonan yang dibuat dalam 1 kg tepung terigu dihasilkan 2 kg berat total adonan.

Adapun kelebihan dari benda yang telah dimodifikasi:

1. Menurut gambar rancangan diatas dapat terlihat bahwa dari segi konstruksi/bentuk benda tersebut lebih kompleks dan lebih besar.
2. Berdasarkan segi energy yang dikeluarkan oleh operator dalam menggunakan benda tersebut akan jauh lebih hemat hal ini dapat disimpulkan dari sumber tenaga yang digunakan.

Adapun kekurangan dari benda yang telah dimodifikasi:

1. Berdasarkan segi ekonomi modifikasi benda tersebut lebih mahal dibanding dengan mesin *rolling* yang digunakan secara manual hal ini terbukti dari estimasi biaya yang digunakan untuk memodifikasi mesin *rolling* (yang semula bersifat manual menjadi benda yang digunakan otomatis)

B. Perencanaan dan Perhitungan Kapasitas

Di dalam merencanakan kapasitas, pertama hitung berat adonan terlebih dahulu. Untuk menghitung berat adonan dilakukan pengujian dengan menggunakan timbangan digital. Cara untuk menghitung berat adonan dijelaskan sebagai berikut:

a. Siapkan adonan secukupnya untuk dijadikan sampel yang akan digunakan, kemudian siapkan timbangan digital yang akan digunakan.
b. Timbang adonan yang sudah tersedia dengan menggunakan timbangan digital, sehingga didapat berat adonan yaitu 66 gram.
c. Setelah menimbang berat adonan, kemudian timbang kembali adonan untuk mendapatkan nilai volume adonan. Didapat hasil volume adonan adalah 2,3 oz.

1. Menentukan massa jenis adonan

   Untuk menentukan massa jenis ampas singkong, dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

   Dari hasil percobaan di atas, didapatkan data sebagai berikut:

   m = 66 gram = 0,066 kg

   v = 2,3 oz = 7 x 10^{-5} m^3

   maka:

   $$\rho_{as} = \frac{m}{v}$$

   $$\rho_{as} = \frac{0{,}066}{7x10^{-5}}$$

   $$\rho_{as} = 942{,}85 \text{ kg/m}^3$$

   Untuk menentukan volume dalam satu putaran, jika gap antar roll adalah 5 mm maka rumusnya sebagai berikut:

   V = 5 x l x πd

   = 5 x 13 x 3,14x 25

   = 5.102,5 mm^3

   = 0,0000051025 m^3

Volume dalam 1 menit jumlah putarannya adalah 50 rpm, maka:

V = 0,0000051025 x 50 rpm

V = 0,000255125 m^3/menit

Untuk menghitung kapasitas produksi digunakan rumus sebagai berikut:

m = v x ρ

m = 0,000255125 x 942,85

m = 0,2405 kg/menit

Karna dalam proses produksi setiap adonan bisa sampai 3x di pipihkan maka kapasitas produksi menjadi 4,81kg/jam atau dibulatkan menjadi 5kg/jam.

C. Perhitungan Berat *Roller*

Bahan material yang sudah ada yaitu terbuat dari bahan *stainless steel* dengan massa jenis $(\rho) = 8000\ kg/m^3$. Sebelum menghitung berat *roller*, terlebih dahulu harus menghitung volume dari roller yang sudah ada.

Diketahui ukuan *roller* 1:

- ρ_{ss} = 8000 kg/m^3
- Panjang tabung (l) = 172,9 mm = 0,1729 m
- Ø dalam tabung (d) = 10 mm = 0,01 m
- Ø luar tabung (D) = 25 mm = 0,025 m
- Tebal tabung (t) = 7.5 mm = 0,0075 m

Volume *roller* 1

$V_1 = (\frac{\pi}{4}\ x\ (D^2 -\ d^2)\ x\ l)$

$V_1 = (\frac{3,14}{4}\ x\ (0,025^2 – 0,01^2)$ x 0.1729)

V_1 = 0,0000712564125 m^3

Sehingga, untuk berat $roller_1$ dapat dihitung dengna rumus sebagai berikut:

$m_{r1} = V_{tb}$ x ρ_{ss}

m_{r1} = 0,0000712564125 x 8000

m_{r1} = 0,57 kg

Menghitung berat *roller* 2

Diketahui ukuan *roller* 2:

- ρ_{ss} = 8000 kg/m^3
- Panjang *roller* (l) = 157,7 mm = 0,1577 m
- Ø dalam *roller* (d) = 10 mm = 0,01 m
- Ø luar *roller* (D) = 25 mm = 0,025 m
- Tebal *roller* (t) = 7.5 mm = 0,0075 m

Volume *roller* 2

$V_2 = (\frac{\pi}{4}\ x\ (D^2 - d^2)\ x\ l)$

$V_2 = (\frac{3,14}{4}\ x\ (0,025^2 - 0,01^2)$ x 0.1577)

V_2 = 0,0000649921125 m^3

Sehingga, untuk mencari berat roller$_1$ dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$m_{r2} = V_{tb}$ x ρ_{ss}

m_{r2} = 0, 0000649921125 x 8000

m_{r2} = 0,52 kg

D. Perhitungan Berat Total

Berat total direncanakan untuk menghitung daya motor yang dibutuhkan. Jika dalam 1x memipihkan adonan sebanyak 0,24 kg maka:

Berat total = $m_{r1} + m_{r2} + m$

Berat total = 0,57 + 0,52 + 0,24

Berat total = 1,33 kg

E. Perhitungan Momen Puntir Roller

Diketahui:

Berat Total = 1,33 kg

Gaya yang Terjadi:

F = Berat total x a

F = 1,33 x 9,81

F = 13,0473 N

Maka,

Mp = F x r

Mp = 13,0473 x 0,025

Mp = 0,33 N.m

F. Perhitungan Daya Motor

1. Daya Motor yang Dibutuhkan (P)

$P = M_p \times \frac{2x\pi xn}{60}$

$P = 0{,}33 \times \frac{2.3{,}14.50}{60}$

P = 1,73 Watt = 0,00173 kW

2. Daya yang Ditransmisikan

$P_d = P \times f_c$

$P_d = 0{,}00173 \times 1{,}2$

P_d = 0,002076 kW = 0,00278 Hp

3. Daya Motor Awal yang Ditransmisikan (P_o)

$P_o = \frac{p_d}{\eta}$

$P_o = \frac{0{,}002076}{0{,}8}$

P_o = 0,002595 kW = 0,00348 Hp

Jadi, daya motor yang digunakan untuk mesin *rolling* adonan dengan kapasitas 5kg/jam yaitu sesuai dengan spesifikasi motor listrik DC yang ada di pasaran dengan kecepatan putaran maksimal 130 rpm.

G. Perhitungan Poros/Batang Penghubung

1. Momen Puntir Rencana

Putaran maksimal motor yaitu 130 rpm, sehingga rumus untuk menghitung momen puntir adalah sebagai berikut:

$$T = 9{,}74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1}$$

$T = 9,74 \text{ x } 10^5 \text{ x } \frac{0,002076}{130}$

T = 15,55 kg.mm

2. Tegangan Geser yang Diizinkan

Bahan poros yang akan digunakan yaitu Stainless tipe 304 dengan kekuatan tarik (σ_B) sebesar 66 kg/mm^2, *safety factor* 1 (S_{f1}) memiliki nilai 6 karena stainless steel merupakan unsur baja paduan dan *safety factor* (S_{f2}) memiliki nilai 2 karena direncanakan poros memiliki alur pasak. Faktor koreksi (K_t) = 1,5 untuk beban tumbukan dan diperkirakan ada lenturan maka C_b = 2.

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \, x \, Sf_2}$$

$$\tau_a = \frac{66}{(6x2)}$$

$$\tau_a = 5,5 \text{ kg/mm}^2$$

3. Diameter Batang Penghubung

$$d_{prg} = [\frac{5,1}{\tau_a} K_t \, C_b \, T]^{1/3}$$

$$d_{prg} = [\frac{5,1}{5,5} \text{ x } 1,5 \text{ x } 2 \text{ x } 12,23]^{1/3}$$

$$d_{prg} = 3,24 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, agar pemakaian poros lebih aman maka diambil diameter poros sebesar 15 mm.

4. Gaya Tangensial

Gaya tangensial yang terjadi adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{T}{(\frac{d_s}{2})}$$

$$F = \frac{15,55}{(\frac{15}{2})}$$

$$F = 2,073 \text{ kg}$$

5. Tegangan Geser yang Terjadi

$$\tau = \frac{5,1 \, T}{{d_s}^3}$$

$$\tau = \frac{5,1 \, x \, 15,55}{15^3}$$

$$\tau = \frac{79,305}{3375} = 0,0235 \text{ kg/mm}^2$$

Dikarenakan tegangan yang terjadi lebih kecil dari pada tegangan geser yang diizinkan $\tau < \tau_a$ (0,0235 < 5,5), maka poros/batang penghubung aman untuk digunakan.

H. Perhitungan Perencanaan Pasak

Daya yang ditransmisikan menuju batang penghubung membutuhkan pasak yang mampu menahan momen puntir yang terjadi. Sesuai dengan perhitungan diameter batang penghubung yaitu 15 mm dengan momen puntir (T) sebesar 12,23 kg.mm. Bahan pasak yang digunakan yaitu Stainless Steel Tipe 304 dengan σ_B = 66 kg/mm^2. Beberapa perhitungan yang dilakukan untuk menentukan ukuran pasak yaitu sebagai berikut:

1. Gaya Tangensial Pasak

$$F = \frac{T}{(\frac{d_s}{2})}$$

$$F = \frac{15,55}{(\frac{15}{2})}$$

$$F = 2,073 \text{ kg}$$

2. Ukuran Pasak

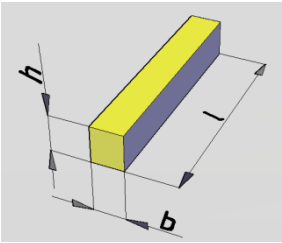
Berdasarkan diameter batang penghubung yang digunakan, maka lebar pasak (b) = 4 mm dan tebal (h) = 4 mm. sedangkan untuk panjang pasak dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$l = \frac{\pi . d_s^2}{8\, b}$$

$$l = \frac{3,14 \text{ x } 15^2}{8\, x\, 4}$$

$$l = \frac{706,5}{32}$$

$$l = 22,07 \text{ mm} = 22 \text{ mm}$$



3.2 Ukuran pasak

3. Tegangan Geser Pasak yang Diizinkan

Dengan menggunakan bahanStainless Steel Tipe 304, maka perlu diperhatikan beberapa faktor keamanan sebagai berikut:

Sf_1 = 6 (faktor kelelahan bahan)

Sf_2 = 2 (faktor konsentrasi tegangan dengan alur pasak)

$\tau_a = \frac{\sigma_b}{(Sf_1 x\ Sf_2)}$

$\tau_a = \frac{66}{(6x2)}$

τ_a = 5,5 kg/mm^2

4. Tegangan Geser Pasak yang Terjadi

$$\tau_g = \frac{F}{b.l}$$

$$\tau_g = \frac{2{,}073}{4x\ 22}$$

$$\tau_g = 0{,}0235\ kg/mm^2$$

Dikarenakan $\tau_g < \tau_a$ $(0{,}0235\ kg/mm^2 < 5{,}5\ kg/mm^2)$, maka pasak aman untuk digunakan.

I. Perhitungan Ongkos Produksi

1. Ongkos Material

Uraian mengenai ongkos pembuatan mesin *rolling* adonan kue

Tabel 3.1 Ongkos Material

No.	Nama Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Ongkos Material (CM) (Rp)
1	Tabung *Stainless steel* Ukuran*: Ø16* panjang 75	0,121 kg	45.000	5.500
2	*Junction Box*	1 unit	60.000	60.000
3	Motor Listrik DC Spesifikasi:12 V; 130 rpm	1 unit	75.000	75.000
4	Adaptor	1set	23.600	23.600
5	Kabel Penghubung	1 m	18.000	18.000
6	*Regulator Speed*	1 unit	26.500	26.500
7	*Switch* tombol saklar ON/OFF	1 unit	1.500	1.500
8	Mur dan baut Ø5 *mm*	20 buah	500	12.000
Total Ongkos Material (CM)				222.100

2. Ongkos Pembuatan

a. Ongkos Operator

Upah Minimum Kota/Kabupaten (UMK) Kabupaten Garut pada tahun 2021 adalah Rp 1.961.085/bulan. UMR Kabupaten Garut per tahun (C_{dt}) adalah:

$$C_{\mathrm{dt}} = 12 \times \mathrm{Rp}\ 1.961.085\ = \mathrm{Rp}\ \ 23.533.020/\mathrm{tahun}$$

Jika hari kerja selama satu minggu enam hari dengan waktu kerja 8 jam, maka ongkos karyawan per jam adalah:

$$C_{dh} = \frac{C_d}{8x6x52} = \frac{23.533.020}{2496} = Rp\ 9.428{,}3/jam$$

Jika proses pembuatan mesin dilakukan oleh 1 orang operator, dimana proses pengerjaan berlangsung selama 1 hari kerja. Maka total ongkos operator yang harus dikeluarkan (C_d), adalah:

$$\mathrm{C_d} = 1 \times 8 \times 1 \times 9.428{,}3 = \mathrm{Rp}\ 75.426{,}4/\mathrm{unit}$$

b. Ongkos Mesin dan Peralatan

Untuk mengestimasi ongkos produksi, parameter ongkos mesin dan peralatan juga perlu dimasukan karena secara tidak langsung peralatan yang digunakan akan mengalami penyusutan (depresiasi) kualitas dari segi performa akibat penggunaannya. Sehingga diperlukan ongkos sewa sebagai biaya perawatan mesin atau peralatan. Adapun jenis mesin dan besaran nilai sewa yang harus dibayar dapat dilihat pada tabel berikut:

Untuk menentukan lama pakai mesin dan peralatannya, digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

1) Mesin bubut

Menentukan putaran: $n = \frac{Vc\ x\ 1000}{\pi\ x\ d}$

$$n = \frac{18\ x\ 1000}{3{,}14\ x\ 15}$$

n = 1.433 rpm

Menentukan waktu : $T = \frac{L}{f\ x\ n}$

$$T = \frac{50}{0{,}3\ x\ 1433}$$

T = 0,17 menit

Untuk membubut 1 mm maka dapat melakukan 3x sayatan. Maka waktu T x 3 = 0,17 x 3 = 0,51 menit

Perhitungan waktu untuk finishing

$$T = \frac{L}{f\ x\ n}$$

$$T = \frac{50}{0{,}1\ x\ 1433}$$

$$T = 0{,}35$$

Total waktu = 0,51 + 0,35 = 1,26 menit

2) Mesin bor

Menenukan waktu :

$$tm = \frac{\ell\ x\ 0{,}3.\ d}{f\ x\ n} = \frac{15x0{,}3(5)}{0{,}05x1433} = \frac{18}{71{,}6} = 0{,}25\ menit$$

Jumlah lubang adalah 2, maka t= 0,25 menit x 2 = 0,5 menit

Dikarenakan waktu pengerjaan diatas kurang dari 1 jam, maka lama pakai dapat mencantumkan 1 jam sesuai dengan harga sewa mesin per jam.

Tabel 3.2 Ongkos Sewa Mesin dan Peralatan

No	**Nama Mesin / Peralatan**	**Harga Sewa (Rp/jam)**	**Lama Pakai (Jam)**	**Jumlah Harga (Rp)**
1	Bubut konvensional	25.000	1	25.000
2	Bor konvensional	15.000	1	15.000
3	Mesin gergaji	6.000	1	6.000
Total Ongkos Mesin dan Peralatan (C_p)				**46.000**

c. Total Ongkos Pembuatan Mesin

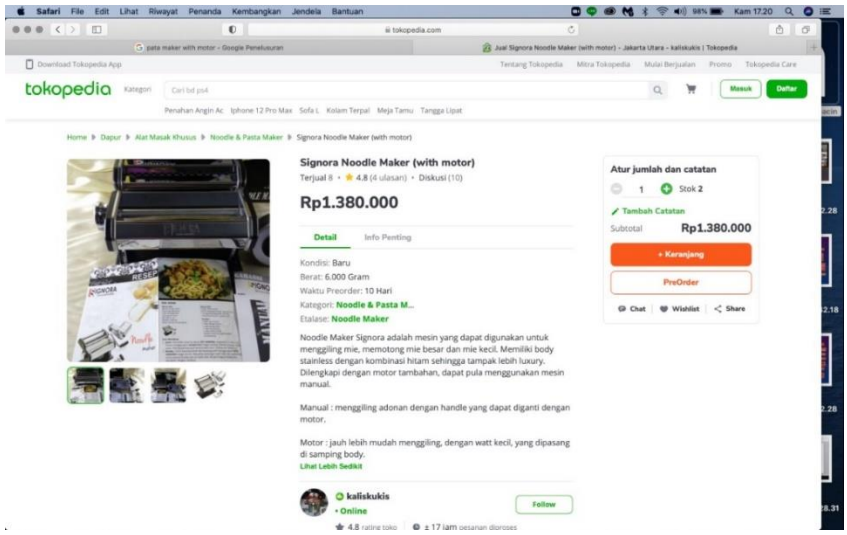
Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka ongkos total pembuatan mesin *rolling* adonan (C_o), adalah:

$$C_u = C_m + C_d + C_p$$

$$C_u = \text{Rp } 222.100 + \text{Rp } 75.426{,}4 + \text{Rp } 46.000 = \text{Rp } 343.526{,}4$$

Jadi ongkos total pembuatan mesin *rolling* adonan adalah Rp 343.500/unit.

Untuk alat sejenis mesin rolling adonan yang dijual dipasaran:



Gambar 3.3 Produk Mesin *Pasta Maker*

3. Ongkos Operasional Mesin

Ongkos total pembuatan mesin *rolling* adonan kue (C_u) adalah Rp 770.486,4. Diasumsikan penyusutan selama 5 tahun dan pajak bunga asuransi 30%. Maka ongkos tetap mesin (C_{mt}) per tahun adalah:

$$C_{mt} = \text{Rp } 343.526{,}4 \times \left(\frac{1}{5} + \frac{5+1}{5} \times 0{,}3\right) = \text{Rp } 144.281{,}088/\text{tahun}$$

$$= \text{Rp } 16{,}47/\text{jam}$$

Untuk ongkos operasional mesin (C_{om}) sebagai berikut:

(C_{om}) = C_{mt} + ongkos daya + ongkos operator

= Rp 16,47 + (P x t x tarif listrik) + (Tarif UMR/jam x t)

= Rp 16,47 + (0,015 x 1 x Rp 1.444,70) + (Rp 9.428,3 x 1)

= Rp 16,47 + Rp 21,6705 + Rp 9.428,3

= Rp 9.466,4405

= Rp 9.500/jam

J. Aspek Keselamatan Kerja

Berdasarkan desain yang telah dibuat, *roller* dapat berputar jika saklar *on/off* telah ditekan atau dalam keadaan *Close* (terjadi sambungan listrik). Maka, saat operator hendak menggunakan mesin tetapi saklar masih dalam keadaan *Open* maka roller tidak dapat berputar.

Jika mesin dalam keadaan hidup/berfungsi dan sedang digunakan, dan terjadi kecelakan kerja maka saklar *on/off* tersebut dapat dijadikan sebagai tombol *emergency*. Operator dapat segera menekan saklar tersebut agar kembali pada keadaan *Open* (terjadinya pemutusan aliran listrik).