

PERANCANGAN MESIN PENGADUK ADONAN *MOCHI* KAPASITAS MINIMAL 5KG UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI INDUSTRI RUMAH TANGGA

Putri Faidaturrohmah¹, Mohamad Hakam^{2*}, Ridhani Anita Fajardini¹

¹Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal,
 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

²Program Studi Teknologi Rekayasa Energi Berkelanjutan, Jurusan Teknik Permesinan
 Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

*Email: m_hakam@ppns.ac.id

Abstrak

Di Indonesia, khususnya di Kabupaten Bojonegoro, makanan tradisional Jepang yang disebut *Mochi* atau Kue *Mochi* semakin populer. Bisnis rumah tangga menghadapi tantangan karena meningkatnya permintaan untuk produk *mochi*, terutama selama proses pengadukan adonan yang masih dilakukan secara manual. Metode yang masih manual dengan menggunakan tangan ini membutuhkan banyak tenaga dan waktu, sehingga menghambat produktivitas dan konsistensi kualitas produk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat mesin pengaduk adonan *mochi* dengan kapasitas setidaknya lima kilogram untuk meningkatkan efisiensi, kualitas adonan, dan daya saing di industri kecil. Perencanaan desain, perhitungan kapasitas, analisis kekuatan rangka, pemilihan sistem transmisi, dan penentuan komponen mekanis seperti poros, pasak, *pulley*, dan sabuk-V adalah beberapa tahapan penelitian. Hasil perancangan menunjukkan bahwa mesin ini memiliki kemampuan untuk mengaduk adonan hingga kapasitas 19,86 kg dengan sistem penggerak motor listrik 0,75 HP yang berputar pada 695 rpm. Menurut analisis simulasi, tegangan maksimum rangka adalah 26,40 MPa, jauh di bawah batas izin material (125 MPa), sehingga operasi aman. Setiap komponen penting memenuhi kriteria keamanan dan umur pakai. Menurut perkiraan, biaya pembuatan mesin adalah lebih rendah dari harga produk serupa di pasar. Oleh karena itu, mesin ini dapat meningkatkan produktivitas, menjaga kualitas produk, mengurangi biaya produksi, dan menjadi pilihan yang baik untuk membangun skala industri rumahan *mochi*.

Kata Kunci: industri rumahan, *mochi*, pengaduk adonan, perancangan mesin

Abstract

In Indonesia, particularly in Bojonegoro Regency, the traditional Japanese food known as *mochi*, or *mochi cake*, is gaining popularity. Home businesses face challenges due to the increasing demand for *mochi* products, particularly during the manual dough mixing process. This manual, hand-mixing method is labor-intensive and time-consuming, hampering productivity and consistent product quality. The objective of this research is to create a *mochi* dough mixing machine with a capacity of at least five kilograms to improve efficiency, dough quality, and competitiveness in small-scale industries. Design planning, capacity calculations, frame strength analysis, transmission system selection, and determination of mechanical components such as shafts, pins, pulleys, and V-belts are some of the research stages. The design results indicate that this machine has the capacity to mix dough up to 19.86 kg with a 0.75 HP electric motor drive system rotating at 695 rpm. According to simulation analysis, the maximum stress on the frame is 26.40 MPa, well below the material's allowable limit (125 MPa), ensuring safe operation. Every critical component meets safety and service life criteria. The machine's manufacturing cost is estimated to be lower than similar products on the market. Therefore, this machine can increase productivity, maintain product quality, reduce production costs, and make it a good choice for establishing a *mochi* cottage industry.

Keywords: design and manufacturing of machine, dough mixer, home industry, *mochi*

PENDAHULUAN

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) *home industry* dikenal sebagai "industri rumahan", adalah kegiatan memproses atau mengolah barang dengan menggunakan sarana dan peralatan. Menurut Syahdana & Husnan (2019) industri kecil atau *home industry* sangat cocok dikembangkan di daerah pedesaan karena menggunakan teknologi sederhana. Selain itu, industri ini dapat menyerap tenaga kerja di luar sektor pertanian serta berperan dalam pemerataan pendapatan guna mengurangi tingkat kemiskinan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Shyifa et al. (2024) saat ini, kue *mochi* sedang populer di Indonesia. Kudapan ini adalah jenis *dessert* khas Jepang yang disebut *wagashi*, yang terbuat dari tepung ketan dan berisi kacang merah. Kudapan ini sangat disukai di Indonesia, baik remaja maupun orang dewasa. Jika *mochi* pada awalnya hanya berisian seperti kacang-kacangan atau sumber nabati lainnya, maka saat ini sudah banyak varian *mochi* menggunakan buah atau bahkan es krim sebagai isian dari *mochi* tersebut (Shyifa et al., 2024).

Berdasarkan hasil observasi yang sudah penulis lakukan pada tanggal 15 Desember 2024 di IKM (Industri Kecil Menengah) "Mochinta" yang diproduksi oleh Suadari Nana yang berada di Kabupaten Bojonegoro, pembuatan *mochi* tersebut masih menggunakan metode manual. Dari data survei yang didapatkan dapat disampaikan bahwa proses pengulenan adonan membutuhkan waktu sekitar 10-20 menit, waktu tersebut menjadi salah satu kendala bagi para produsen *mochi*, sehingga memperlambat proses produktivitas pada *mochi*. Maka dari itu, diperlukan inovasi berupa perancangan alat pengaduk adonan kulit *mochi*. Alat ini diharapkan dapat mempercepat proses produksi dan membantu menjaga kualitas adonan.

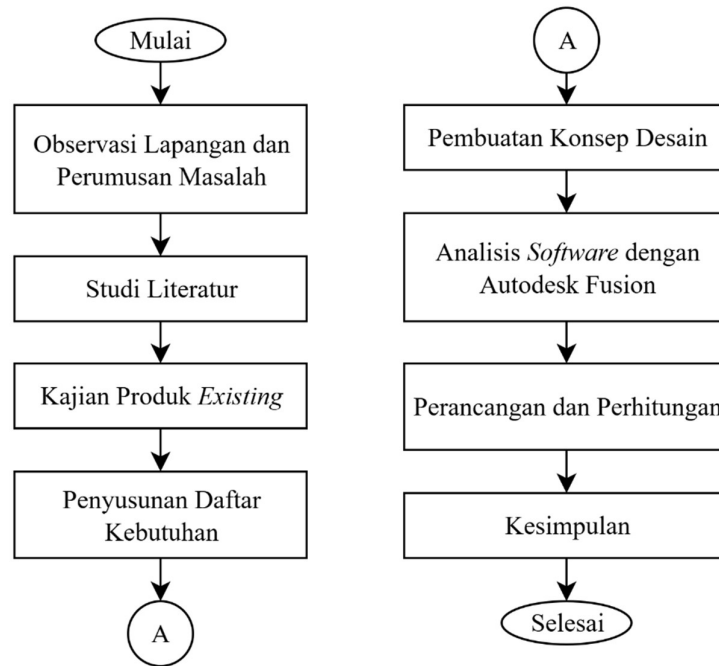
TINJAUAN PUSTAKA

Mochi berasal dari kata kerja Jepang "*Motshu*", yang berarti "menahan" atau "memiliki", yang berarti bahwa *mochi* adalah hadiah dari para dewa. *Mochizuki* juga berarti bulan purnama, dan *muchimi* berarti lengket. *Mochi* adalah makanan yang dikonsumsi petani Jepang selama musim dingin untuk meningkatkan stamina mereka. Samurai juga menyukai *mochi* karena mudah disimpan dan dapat dibawa ke mana pun. Suara *mochi* yang ditumbuk juga dianggap sebagai tanda bahwa samurai sedang bersiap untuk medan perang (Shyifa et al., 2024).

Kue *mochi* khas Jepang identik dengan isian kacang merah dan *mochi* khas Sukabumi identik dengan kacang tanah. Kue *mochi* tidak hanya populer di Jawa Barat saja, namun juga menyebar hingga ke Jawa Tengah dan Jawa Timur dan hadir dengan berbagai macam rasa, mulai dari kacang tanah dan kacang hijau hingga rasa yang lebih modern lagi seperti *strawberry*, *matcha*, *greentea*, wijen, *cookies and cream*, dan sebagainya.

METODE

Pada Gambar 1, diagram ini menunjukkan langkah-langkah sistematis mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, hingga penarikan kesimpulan.



Gambar 1. Diagram Alir

(A) Wadah Pengaduk

Kapasitas volume adonan dapat ditentukan menggunakan Persamaan 1 berikut:

$$V = m / \rho \dots\dots\dots(1)$$

Di mana:

V : volume adonan (m^3)
 m : massa adonan (kg)
 ρ : massa jenis adonan (kg/m^3)

(B) Rangka Mesin

Perhitungan beban desain ini dapat dilakukan menggunakan Persamaan 2 berikut:

$$F = m \times g \dots\dots\dots(2)$$

Di mana:

F : gaya pembebanan (N)
 m : massa komponen (kg)
 g : percepatan (m/s^2)

(C) Motor Listrik

Menurut Khurmi & Gupta (2005), torsi dapat dihitung menggunakan Persamaan 3 sebagai berikut:

$$T = F \times r \dots\dots\dots(3)$$

Di mana:

T : momen puntir atau torsi (Nmm)
 F : gaya (N)
 r : radius poros (mm)

Kecepatan putaran tersebut dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 4 sebagai berikut:

$$N = \frac{Q}{V \cdot \rho \cdot 60} \dots \dots \dots (4)$$

Di mana:

N : kecepatan putaran (rpm)
V : volume beban (m³)
 ρ : massa jenis beban (kg/m³)

Berdasarkan Khurmi & Gupta (2005), daya motor dapat diperoleh melalui perhitungan menggunakan Persamaan 5 sebagai berikut:

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60} \dots \dots \dots (5)$$

Di mana:

P : daya motor (Watt)
 π : phi (3,14)
n : putaran mesin (rpm)
T : torsi (Nmm)

Perhitungan daya motor dengan mempertimbangkan faktor koreksi, dapat dilakukan menggunakan Persamaan 6 sebagai berikut:

$$P_d = f_c \times P \dots \dots \dots (6)$$

Di mana:

P_d : perencanaan daya motor (Watt)
f_c : faktor koreksi (1 – 1,5)
P : daya motor (Watt)

Rasio kecepatan putar (*velocity ratio*) pada *pulley* berbanding terbalik dengan diameter *pulley*, yang secara sistematis dijelaskan melalui Persamaan 7 sebagai berikut:

$$\frac{n_m}{n_p} = \frac{D_p}{D_m} \dots \dots \dots (7)$$

Di mana:

n_m : putaran motor (rpm)
n_p : putaran output (rpm)
D_m : diameter *pulley* motor (mm)
D_p : diameter *pulley* output (mm)

Nilai rasio yang diperlukan untuk menentukan diameter *pulley* juga dapat dihitung menggunakan Persamaan 8 sebagai berikut:

$$i = \frac{n_0}{n_1} \dots \dots \dots (8)$$

Di mana:

i : nilai rasio yang dibutuhkan
n₀ : putaran input (rpm)
n₁ : putaran output (rpm)

Perencanaan diameter *pulley* yang akan digunakan dengan faktor slip dapat menggunakan Persamaan 9 sebagai berikut:

$$i = \frac{d_1}{d_2} \times \left(1 - \left(\frac{s}{100} \right) \right) \dots \dots \dots (9)$$

Di mana:

d : diameter *pulley*
S : faktor slip sabuk dengan *pulley*

S : 0,3 (untuk bahan sabuk karet dan *pulley* baja)

Panjang minimum *V-belt* yang akan digunakan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 10 sebagai berikut berikut:

$$L' = 2 \times C' + 1,57 (D2 + D1) + \frac{(D2-D1)^2}{4 C'} \dots\dots\dots(10)$$

Di mana:

L' : panjang *V-belt* rencana (mm)

C' : jarak sumbu poros rencana (mm)

$D2$: diameter *pulley* 2 (mm)

$D1$: diameter *pulley* 1 (mm)

Jarak poros sebenarnya dapat ditentukan dengan Persamaan 11 sebagai berikut:

$$C' = C - \frac{L' - L}{2} \dots\dots\dots(11)$$

Di mana:

C : jarak poros sebenarnya (mm)

Kecepatan linier pada *V-Belt* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 12 sebagai berikut:

$$V = \frac{\pi \times D_p \times N_p}{60 \times 1000} \dots\dots\dots(12)$$

Di mana:

V : kecepatan linier sabuk (m/s)

D_p : diameter *pulley* kecil (mm)

N_p : kecepatan putaran *pulley* kecil (rpm)

Sudut kontak dapat dihitung menggunakan Persamaan 13 sebagai berikut:

$$\gamma = 180^\circ - 57 \times \frac{D_2 - D_1}{C} \dots\dots\dots(13)$$

Tegangan yang terjadi pada sabuk menggunakan Persamaan 14 sebagai berikut:

$$\sigma_s = 500 \times \frac{2,5 - C_a}{C_a} \times \frac{P_d}{Q.v} + M \times v^2 \dots\dots\dots(14)$$

Di mana:

σ_s : tegangan statis sabuk (N)

C_a : faktor koreksi sudut (derajat)

P_d : daya rencana (kW)

Q : jumlah sabuk

M : berat sabuk linier (Kg/m)

v : linier sabuk (m/s)

Daya rencana (P_d) dapat dihitung menggunakan Persamaan 15 sebagai berikut:

$$P_d = f_c \times P \dots\dots\dots(15)$$

Di mana:

P_d : perencanaan daya motor (Watt)

f_c : faktor koreksi (1 – 1,5)

P : daya motor (Watt)

Setelah itu, momen puntir rencana dapat dihitung menggunakan Persamaan 16 sebagai berikut:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots(16)$$

Di mana:

T : momen puntir (momen rencana) (kg.mm)

P_d : daya motor rencana (Watt)

n_1 : putaran poros (rpm)

Tegangan geser yang diizinkan dapat dihitung dengan Persamaan 17 sebagai berikut ini:

$$\tau a = \frac{\sigma b}{Sf_1 \times Sf_2} \dots \dots \dots (17)$$

Di mana:

τa : tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

σb : kekuatan tarik (kg/mm²)

Sf_1, Sf_2 : faktor keamanan beralur pasak (dengan harga 1,3 – 3,0)

Diameter poros dapat dihitung menggunakan Persamaan 18 sebagai berikut:

$$ds = \left(\frac{5,1}{\tau a} k_t \times Cb \times T \right)^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (18)$$

Di mana:

τa : tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

k_t : faktor koreksi momen puntir

(1: beban dikenakan sedikit kejutan atau tumbukan)

(1-1,5: terjadi sedikit kejutan atau tumbukan)

(1,5-3: beban dengan kejutan atau tumbukan besar)

T : momen puntir (momen rencana) (kg.mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

(A) Kajian Produk Existing

Alat pengaduk:

- | | | |
|-----|-------------------------|--------------------------|
| (1) | Dimensi | : 80cm × 70cm × 115cm |
| (2) | Diameter Wadah Pengaduk | : Ø 60 cm |
| (3) | Material Rangka | : Besi |
| (4) | Material Wadah | : <i>Stainless Steel</i> |
| (5) | Operasional | : Motor Listrik HP |
| (6) | Berat | : 35 kg |
| (7) | Kapasitas Produksi | : 20 – 25 kg |
| (8) | Operator | : 1 Orang |
| (9) | Harga | : Rp 10.000.000,- |

(B) Penyusunan Daftar Kebutuhan

Informasi:

S : syarat

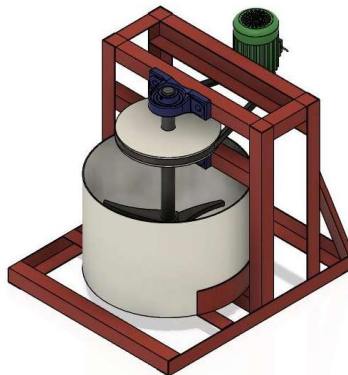
H : harapan

Tabel 1. Daftar Kebutuhan

DAFTAR KEBUTUHAN		
S/H	Aspek	Penanggung Jawab
Operasional		
S	a. Dapat dioperasikan dengan mudah.	Tim Desain
H	b. Bagian pengaduk berada di atas wadah adonan.	
	c. <i>Nozzle</i> corong dibuat <i>adjustable</i> untukantisipasi	
H	ukuran produk berbeda.	

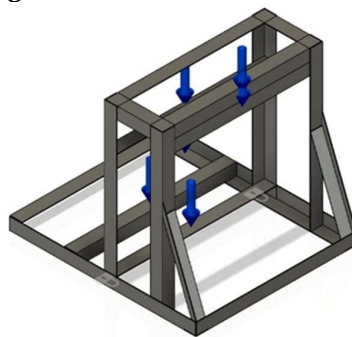
Dimensi		Tim Desain
H	a. Memiliki dimensi yang ringkas.	
Perawatan		Tim Desain dan Manufaktur
S	a. Mudah dibersihkan setelah pemakaian.	
H	b. Mudah diganti jika ada kerusakan.	
Manufaktur		Tim Desain dan Manufaktur
S	a. Dapat dimanufaktur.	
S	b. Dapat dirakit.	
S	c. Material dan komponen mudah didapat.	
H	d. Meminimalisir jumlah komponen dan material yang digunakan.	
Biaya		Tim Desain dan Manufaktur
S	a. Biaya produksi masih dalam batas wajar.	
H	b. Harga jual terjangkau oleh industri skala rumahan.	

(C) Pembuatan Konsep Desain



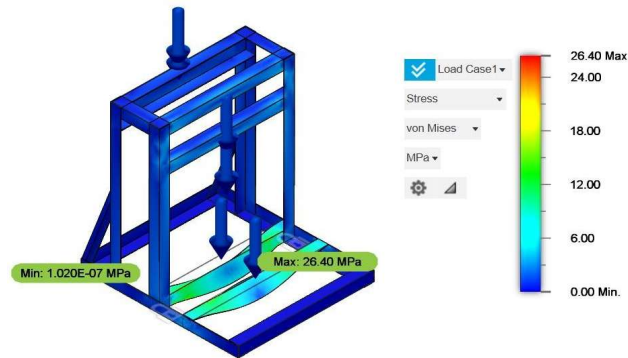
Gambar 2. Desain Mesin Pengaduk Adonan *Mochi*

(D) Analisa Kekuatan Rangka



Gambar 3. *Structural Constraint dan Structural Loads*

Apabila dibandingkan dengan perhitungan tegangan maksimum maka hasil tersebut masih dikatakan aman ($26,40 \text{ MPa} < 125 \text{ MPa}$) dengan persentase tegangan terhadap tegangan izin maksimum adalah 21,12 %. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Hasil Simulasi Kekuatan Rangka

(E) Perancangan dan Perhitungan

(1) Menghitung Gaya Total

Diketahui:

- a. Volume pengaduk : 211400 mm³
- b. Volume wadah : 19130000 mm³
- c. Berat pengaduk : 1.691 kg

- (2) Volume adonan mochi = Vol. wadah – Vol. pengaduk
 $= 19130000 \text{ mm}^3 - 211400 \text{ mm}^3 = 18918600 \text{ mm}^3$
 Vol. operasional = 75% × 18918600 mm³
 $= 14188950 \text{ mm}^3$

Dengan massa jenis adonan kulit *mochi* adalah 1,4 g/mm³.

- (3) Berat adonan = $\frac{\text{Vol. adonan} \times \rho \text{ adonan}}{1000}$
 $= 1,4 \text{ g/mm}^3 \times 14188950$
 $= 19,86 \text{ kg}$

(W1) yang diaduk didapatkan dengan perhitungan berikut ini:

$$\begin{aligned} W_1 &= m \times g \\ &= 19,86 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 194,82 \text{ N} \end{aligned}$$

(4) Total Beban Pengadukan

$$\begin{aligned} \text{Berat pengaduk} &= W_1 + W_2 \\ &= 194,82 \times 30 \\ &= 224,82 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= \text{gaya berat pengaduk} + \text{beban pengadukan} \\ &= (\text{berat pengaduk} \times g) + 224,82 \text{ N} \\ &= (1,691 \times 9,81 \text{ m/s}^2) + 224,82 \text{ N} = 251,41 \text{ N} \end{aligned}$$

(5) Menghitung Torsi

$$\begin{aligned} \tau &= F \times r \\ &= 241,46 \text{ N} \times 0,122 \\ &= 2946 \text{ Nmm} \\ &= 29,46 \text{ Nm} \end{aligned}$$

(6) Menghitung Daya

$$P = \frac{\tau \times 2 \times \pi \times N}{60} = \frac{30,55 \text{ Nm} \times 2 \times 3,14 \times 122}{60} = 390 \text{ Watt}$$

(7) Perhitungan Perencanaan Daya Motor Penggerak

$$Pd = fc \times P = 1,2 \times 390 \text{ Watt} = 468 \text{ Watt} = 0,47 \text{ kW} = 0,63 \text{ Hp}$$

Mesin ini ditentukan menggunakan motor listrik 1 *phase* sesuai dengan yang ada di pasaran dengan tenaga sebesar 0,75 HP dengan putaran 695 rpm.

- (8) Perhitungan *Pulley*

$$\frac{n_0}{n_1} = \frac{695}{122} = 5,7$$

- (9) Perencanaan *Pulley* (D1)

Didapatkan *pulley* D1 dengan *pitch* diameter 63 mm.

- (10) Perencanaan *Pulley* (D2)

$$5,7 = \frac{D2}{63} \times \left(1 - \left(\frac{0,3}{100}\right)\right)$$

$$D2 = 5,7 \times 63 \times 0,99 = 357,3$$

Berdasarkan katalog di atas didapatkan *pulley* D2 dengan *pitch* diameter 355 mm.

- (11) Perhitungan V-Belt (Motor-Poros pengaduk)

$$L' = 2 \times C' + 1,57(D2 + D1) + \frac{(D2 - D1)^2}{4C'}$$

$$L' = 2 \times 250 + 1,57(355 + 63) + \frac{(355 - 63)^2}{4.250}$$

$$L = 1241,51 \text{ mm} \approx 1242 \text{ mm}$$

Maka jarak sumbu poros yang sebenarnya dapat dihitung sebagai berikut:

$$C = C' - \frac{L' - L}{2}$$

$$C = 250 - \frac{1242 - 1250}{2} = 250 - \frac{-8}{2} = 254 \text{ mm}$$

- (12) Perhitungan Kecepatan Linier Sabuk

$$V = \frac{\pi \times D_p \times N_p}{60 \times 1000}$$

$$V = \frac{3,14 \times 63 \times 695}{60 \times 1000} = 2,3 \text{ m/s}$$

- (13) Perhitungan Sudut Kontak

$$\gamma = 180^\circ - 57 \times \frac{D_2 - D_1}{C}$$

$$\gamma = 180^\circ - 57 \times \frac{355 - 63}{254} = 114,5$$

- (14) Perhitungan Faktor Koreksi Sudut

Sudut kontak yang mendekati 114,5 adalah 113° didapatkan faktor koreksi sudut yaitu $C_\alpha = 0,8$

- (15) Perhitungan Berat Sabuk

$$\sigma_s = 500 \times \frac{2,5 - C_\alpha}{C_\alpha} \times \frac{Pd}{Q \cdot V} + M \times V^2$$

$$\sigma_s = 500 \times \frac{2,5 - 0,8}{0,8} \times \frac{0,63}{1,2,3} + 0,12 \times 2,3^2 = 287,5 \text{ N}$$

- (16) Perhitungan Poros

$$Pd = P \times f_c$$

$$= 0,55 \times 1 = 0,55 \text{ kW}$$

- (17) Menghitung Momen Rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{Pd}{n}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,55}{122} = 4391 \text{ kg.mm}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa mesin pengaduk adonan kulit *mochi* telah berhasil dirancang dengan memperhatikan kebutuhan pengguna, spesifikasi teknis, serta kajian produk yang ada di industri rumah tangga di Kabupaten Bojonegoro. Mesin ini memiliki kapasitas operasional sebesar 19,86 kg adonan dengan volume efektif wadah 14188950 mm³ (75% dari kapasitas total), sehingga mampu memenuhi kebutuhan produksi skala industri rumahan. Sistem penggerak menggunakan motor listrik 1 *phase* yang sesuai dengan yang ada di pasaran, dengan tenaga sebesar 0,75 HP dan putaran 695 rpm, sesuai dengan kebutuhan pengulenan adonan *mochi*.

Hasil perhitungan mekanis menunjukkan bahwa komponen utama terdiri dari tebal wadah 1 mm, poros dengan diameter 30 mm, serta *pulley* dengan ukuran D1 = 63 mm dan D2 = 355 mm. Analisis simulasi juga menunjukkan bahwa tegangan maksimum pada rangka adalah 26,40 MPa, yang masih berada di bawah tegangan izin material dengan persentase 21,12 %, sehingga struktur dinyatakan aman untuk digunakan.

REFERENSI

- Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). *A textbook of machine design*. S. Chand publishing.
- Shyifa, L., Faudiah, N., Indani, I., Mahyiddin, Z., & Hamid, Y. H. (2024). DAYA TERIMA KONSUMEN TERHADAP MOCHI KAWISTA (*Limonia acidissima*). *JURNAL ILMIAH MAHASISWA PENDIDIKAN KESEJAHTERAAN KELUARGA*, 9(4).
- Sularso, & Suga, K. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan ELEMEN MESIN*.
- Syahdana, & Husnan. (2019). PERAN INDUSTRI RUMAH TANGGA (HOMEINDUSTRY). *Jurnal Manajemen Dan Ilmu Pendidikan, STIT Palapa Nusantara Lombok NTB*, 1(1).