

PERANCANGAN MEKANISME ALAT PENGADUK DODOL KAPASITAS 40 LITER

Erny Listijorini¹, Aswata¹, Muhammad Razib¹,

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jenderal Sudirman Km. 3, Cilegon – Banten 42435

*E-mail: ernylisty@untirta.ac.id

Abstrak

Dodol adalah makanan khas Indonesia dan diproduksi oleh industri rumahan dengan cara yang berbeda - beda. Proses pembuatan dodol masih menggunakan cara tradisional yang melibatkan tenaga manusia secara langsung, sehingga tingkat produktivitasnya masih rendah. Perancangan ini bertujuan untuk menentukan mekanisme dan desain alat yang mampu memenuhi kebutuhan produsen dodol menggunakan metode VDI-2221. Requirement list dari produsen diterjemahkan kedalam tabel House of Quality untuk menentukan skala prioritas dalam metode Quality Function Deployment (QFD). Permodelan dan simulasi menggunakan aplikasi Solidworks 2012, sebagai validasi dari perhitungan matematis. Dari perancangan didapatkan motor listrik sebagai sumber putaran pengganti tenaga manusia dengan daya 0,75 kW, direduksi oleh gearbox untuk mendapatkan putaran 35 rpm, 2 buah poros berdiameter 50 mm dan 28 mm sebagai penerus putaran, yang disambungkan oleh pasak berukuran 5 x 5 x 25. Pegas tekan diperuntukan agar pengaduk dan wajan terus bersentuhan agar tidak ada adonan yang tidak teraduk dengan beban maksimal 10 kg.

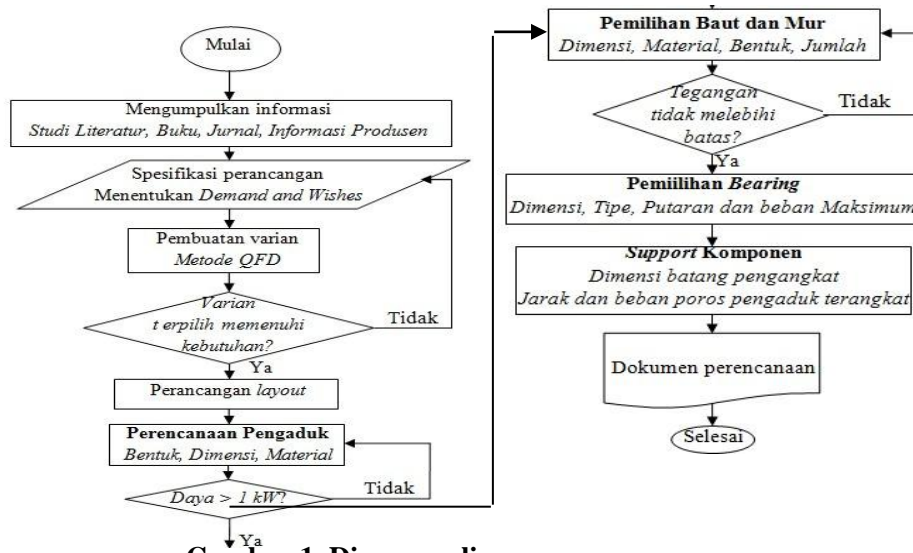
Kata Kunci: *Dodol, Perancangan Mekanisme, Elemen Mesin*

1. PENDAHULUAN

Dodol adalah makanan yang terkenal dan digemari oleh banyak masyarakat Indonesia. Sebagian besar produksi dodol dikerjakan oleh rumah industri dengan cara tradisional yaitu menggunakan tenaga manusia untuk mengaduk adonan, hal ini sering kali menyebabkan produsen terpaksa menolak pesanan karena terbatasnya tenaga manusia, kematangan dodol pun masih belum merata dan proses pemasakan yang lama. Untuk itu diharapkan adanya sebuah alat pengaduk yang mampu menggantikan peran manusia untuk menunjang produksi dodol.

Alat ini memanfaatkan motor sebagai pengganti tenaga manusia untuk memutar pengaduk, putaran yang dihasilkan oleh motor di reduksi oleh gear untuk mendapatkan putaran yang diinginkan. Putaran yang dihasilkan disambungkan oleh poros, karena momen puntir diperkirakan cukup besar maka pemilihan material dan dimensi juga perlu ditentukan untuk memastikan desain tidak gagal. Desain dan material pengaduk juga perlu di perhitungkan agar mampu mengaduk adonan yang mempunyai kekentalan (viskositas) cukup tinggi secara terus menerus.

2. METODELOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir perancangan

Tabel 1. Requirement list

Kelompok	Permintaan konsumen	D/W
performa	kapasitas 40 liter	D
	kecepatan 35 rpm	W
	daya rendah	D
fungsi	fungsi utama sebagai pengaduk dodol	D
	dapat digunakan sebagai pengaduk adonan lain	W
mekanisme	pengaduk dapat diangkat	W
	menjangkau seluruh bagian adonan	W
	mengaduk secara terus menerus	D
ergonomi	meminimalisir tenaga manusia	W
	memudahkan kerja operator	W
keamanan	mekanisme tidak membahayakan operator	D

Tabel 2. House of quality

Target dan Satuan	40 liet	1400 kg/m ³	6 jam	< 0,9 kW	35 rpm	0,25 °	100%	2	40-45 mm	10 kg	
Technical	Produksi	Massa Jenis	Durasi kerja non stop	Daya motor	Kecepatan	Defleksi poros	keamanan komponen	Jumlah pengaduk	Jarak pengangkatan	Gaya tambahan pegas	
performa	5	9	1	9	9	9	3	3	3	1	3
fungsi	5	3	9	3	3	3	1	1	3	1	1
mekanisme	3	9	1	3	3	3	3	9	3	9	1
keamanan	3	3	1	3	3	1	9	9	1	3	3
ergonomi	1	3	1	9	3	1	3	3	9	9	9
Jumlah	27	13	27	21	17	19	25	19	23	17	
Hasil	680	99	57	87	81	73	59	77	51	55	41
Persentase	100	15	8,4	13	12	11	8,7	11	7,5	8,1	6
Ranking	1	7	2	3	5	6	4	9	8	10	

3. PEMEBAHASAN DAN PERHITUNGAN

Diperkirakan gaya yang berkerja pada pengaduk ini adalah: Gaya gesek pengaduk dan wajan, gaya gesek fluida dan pengaduk, gaya gesek fluida dan wajan. Berikut adalah perhitungannya.

3.1 Gaya gesek pengaduk dan wajan

$$F_1 = w \cdot \mu \dots \dots \dots (1)$$

$$w = m \cdot g \dots \dots \dots (2)$$

$$\begin{aligned} F_1 &= 10 \text{ Kg} + (0,0033 \text{ m}^3 \cdot 7800 \text{ kg/m}^3) \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,04 \\ &= 14,13 \text{ N} \end{aligned}$$

3.2 Gaya gesek fluida dan wajan

$$F_3 = m \cdot g \cdot C_f \dots \dots \dots (3)$$

$$C_f = 1,732 / \sqrt{Re} \dots \dots \dots (4)$$

$$Re = \rho \cdot v \cdot L / \eta \dots \dots \dots (5)$$

$$\begin{aligned} Re &= 1750 \cdot 0,36 \cdot (3,14 \cdot 0,2) / 3061,25 \\ &= 0,263 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_f &= 1,732 / \sqrt{0,26} \\ &= 3,38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= 20 \cdot 9,81 \cdot 3,38 \\ &= 663,70 \text{ N} \end{aligned}$$

3.3 Gaya gesek fluida dan pengaduk

$$F_2 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot C_D \dots \dots \dots (6)$$

$$\begin{aligned} F_2 &= \frac{1}{2} \cdot 1750 \cdot 0,03 \cdot 0,36^2 \cdot 1,5 \\ &= 5,284 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka didapat daya dari hasil penjumlahan Gaya total (F_1 , F_2 dan F_3) adalah:

$$p = (F_1 + F_2 + F_3) \cdot v \cdot z \dots \dots \dots (7)$$

$$\begin{aligned} p &= (14,13 + 5,28 + 663,70) \cdot 0,366 \cdot 2 \\ &= 500,64 \text{ Watt} = 0,5 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.4 Motor dan gearbox

Motor yang dipilih adalah motor listrik, berdasarkan daya yang dibutuhkan oleh pengaduk yaitu sebesar 0,587 kW yang dikalikan dengan safety factor (1,2) maka daya yang dipilih untuk motor adalah 0,704 kW. Maka dpilih motor dengan daya 0,75 kW dengan tipe gearbox yang dapat menghasilkan putaran 35 rpm.

3.5 Poros

Poros digunakan untuk meneruskan putaran dari gearbox menuju pengaduk

$$T = [P_d / (v \cdot g)] \cdot r \dots\dots\dots(8)$$

$$T = [750 / (0,3663 \cdot 9,81)] / 100$$

$$= 20871,43 \text{ kg.mm}$$

$$d = [(5,1/\tau_a) \cdot K_t \cdot C_b \cdot T]^{1/3} \dots\dots\dots(9)$$

$$d = [(5,1/4,83) \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 20871,43]^{1/3}$$

$$= 27,55 \text{ mm}$$

Didapat bahwa diameter yang di perlukan adalah 28 mm dengan panjang 650 mm

3.6 Pasak

$$F = T/(d/2) \dots\dots\dots(10)$$

$$F = 20871,43 / (28/2)$$

$$= 1490,81 \text{ kg}$$

Karena jumlah pasak berjumlah 4 buah maka Gaya tangensial $20871,43 / 4 = 372,70 \text{ kg}$

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 \cdot Sf_2) \dots\dots\dots(11)$$

$$\tau_a = 58 / (6 \cdot 3)$$

$$= 3,22 \text{ kg/mm}^2$$

$$t = F / (l \cdot P) \dots\dots\dots(12)$$

$$t = 372,7 / (25 \cdot 8)$$

$$= 1,86 \text{ mm}$$

$$b = F / (l \cdot \tau_a) \dots\dots\dots(13)$$

$$b = 372,7 / (25 \cdot 3,22)$$

$$= 4,6 \text{ mm}$$

Maka dimensi pasak minimal adalah 4,6 x 3,72, berdasarkan tabel 2.5 maka dipilih dimensi pasak 5 x 5.

3.7 Pegas

$$n = G \cdot d^4 \cdot \delta / (8 \cdot W \cdot D^3) \dots\dots\dots(14)$$

$$n = 7500 \cdot 3,5^4 \cdot 50 / (8 \cdot 10 \cdot 35^3)$$

$$= 14,1 \rightarrow n_1 = 14$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka didapat spesifikasi pegas sebagai berikut: Material kawat baja tahan kawat diameter 3,5 mm, diameter pegas 35 mm, panjang pegas bebas 100 mm, panjang

awal terpasang 58 mm, jumlah lilitan $14 + 1,5 = 15,5$ dengan dudukan diratakan atau dimatikan, karena dapat menahan beban lebih baik dari yang lain.

3.8 Baut dan Mur

Pada (B1) beban yang bekerja = Beban berat poros + pengaduk + pegas + berat dodol yang melekat.

Pada (B2) beban yang bekerja = $1/2 F$ tangensial

Pada (B3) beban yang bekerja = $1/4 F$ tangensial

$$\begin{aligned} W1 &= (V \cdot \rho_{\text{baja}}) + W_{\text{Pegas}} + m_{\text{dodol}} \\ &= [(0,001 \cdot 7800) \text{ kg} + 10 \text{ kg} + 2 \text{ kg}] \\ &= 19,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W2 &= 1490,81 \text{ kg} / 2 \\ &= 745,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W3 &= 1490,81 \text{ kg} / 4 \\ &= 372,7 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$q = W / (\pi/4)(B^2 - d^2) \dots \dots \dots (15)$$

$$\begin{aligned} q &= 745,4 / (3,14/4)(13^2 - 8^2) \\ &= 1,33 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$r_a = \sqrt{\frac{W}{\pi \cdot \tau a}} \dots \dots \dots (16)$$

$$r_{1 \text{ dan } 2} = 3,14 \text{ mm} \rightarrow d = 6,28 \text{ mm}$$

$$r_3 = 2,22 \text{ mm} \rightarrow d = 4,44 \text{ mm}$$

Maka dipilih baut M8 untuk B1 dan B2, M5 untuk B3.

3.9 Bearing

$$P = X.V.F_r + Y.F_a \dots \dots \dots (17)$$

$$\begin{aligned} P &= 0,5 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 19,8 + 1,4 \cdot 19,8 \\ &= 41,58 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$f_n = (33,3/n)^{1/3} \dots \dots \dots (18)$$

$$\begin{aligned} f_n &= (33,3/35)^{1/3} \\ &= 0,98 \end{aligned}$$

$$f_h = f_n \cdot C / P \dots \dots \dots (19)$$

$$\begin{aligned} f_h &= 0,98 \cdot 740 / 41,58 \\ &= 17,44 \end{aligned}$$

$$L_h = 500 \cdot f_h^3 \dots\dots\dots(20)$$

$$\begin{aligned} L_h &= 500 \cdot 17,44^3 \\ &= 2,65 \times 10^6 \text{ jam} \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Pada bab ini diberikan kesimpulan dan saran dari perancangan berdasarkan bab – bab sebelumnya. Adapun kesimpulan dari perancangan ini adalah:

1. Material komponen menggunakan Baja Karbon, dengan pelapisan teflon pada pengaduk yang dirancang dengan ketebalan 20 mm dan sudut kemiringan 30°. Beban maksimal pegas 10 kg dengan diameter kawat 3,5 mm, diameter lilitan 35 mm, panjang bebas 100 mm, jumlah lilitan 15,5. Pasak berukuran 5 x 5 dengan panjang minimal 25 mm. 4 buah baut M8 dengan panjang ulir > 36 mm, 4 mur M5 dengan tebal kepala < 10 mm. Panjang poros pengaduk 680 mm dengan diameter 28 mm dan poros Gearbox dengan diameter 50 mm dengan panjang 300 mm.
2. Daya untuk motor listrik yang digunakan sebesar 0,75 kW putaran yang dihasilkan 1400 rpm.
3. Gearbox yang menghasilkan putaran 35 rpm, dengan kombinasi 2 tingkat roda gigi dengan jumlah gigi 11 dan 88, 11 dan 55.

DAFTAR PUSTAKA

- Copper, Ian, 2004, “*Fluid Flow Viscosity Poiseuille’s Law*” Sydney: University of Sydney
- Jansch J. and H. Birkhofer, 2006 “*The Development Of The Guideline VDI 2221*”, Dubrovnik: International Design Conference
- Koten, Viktus Kolo dan Duma Hasan, 2014, “*Penentuan Hubungan Antara Defleksi Lateral dan Radial Poros Baja Pada Berbagai Jenis Tumpuan Secara Teoritik*”, Makassar: Universitas Atma Jaya Makassar
- Listijorini, Erny, “*Perancangan Dan Pengembangan Stroller Bike*”, ITS.
- Novandy, Arluky, 2015, “*Pengujian Viskositas Kinematik ASTM D 445*”, Cepu: Pusdiklat Migas
- Sadraey, M., 2009, “*Drag Force and Drag Coefficient*”, Aircraft Performance Analysis
- Read, John, and David Whiteoak, 2003, “*The Shell Bitumen Handbook, Fifth Edition*”, Cambridge: Thomas Thelford Publishing
- Khurmi R.S. and J.K. Gupta, 2005, “*A Textbook of Machine Design*”, New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.
- Pahl G. and Beitz W., “*Engineering Design, A Systematic Approach Third Edition*”, Springer
- Satria, Dhimas, 2014, “*Elemen Mesin 2*”, Serang: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- Setiawan, Agus, 2008, “*Perencanaan Struktur Baja berdasarkan SNI 03-1729-2002*”, Jakarta: Erlangga
- Shigley, Joseph and Larry D. Mitchell, “*Mechanical Engineering Design*”

Shigley, Joseph and Charles R. Mischke, "*Mechanical Engineering Design, Sixth Edition*"

Sularso, 1991, "*Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*", Jakarta: PT. Pradnya Paramita.