

RANCANG BANGUN MESIN PENGADUK MENTEGA (*CHURNER*) DENGAN SPEED CONTROL

Septyayu Catur Pamungkas¹, Pramono², Sunyoto³

^{1,2,3}Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang
Email: sapunggarut3@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini dilaksanakan guna mengetahui perencanaan konstruksi dan perhitungan komponen mesin *churner*, mengetahui produktivitas mesin *churner*, mengetahui kualitas mentega yang dihasilkan, serta mengetahui kecepatan yang optimal untuk membuat mentega. Metode yang digunakan dalam perancangan ini ialah metode Pahl & Beitz dengan tahapan penjabaran tugas atau spesifikasi, perancangan konsep, perancangan wujud, dan perancangan secara terperinci. Perancangan konstruksi mesin, produktivitas mesin, kualitas mentega, dan kecepatan pengadukan yang dihasilkan merupakan objek penelitian yang hasilnya akan dideskripsikan secara jelas. Penelitian ini menghasilkan mesin *churner* horisontal berdimensi panjang 790 mm, lebar 350 mm, dan tinggi 500 mm yang dibuat dengan bahan *stainless steel* 304 tebal 1 mm. Mesin ini berkapasitas 40 liter dan berkecepatan 50 – 175 rpm yang digerakkan oleh motor AC 0,5 HP. Pengaduk yang digunakan ialah *flat blade pitch paddle* berdiameter 210 mm, lebar 42 mm, dan poros 10,98 mm. Produktivitas mesin pengaduk mentega dengan kecepatan 50 rpm ialah 4,660 kg/jam dengan kualitas warna putih gading, rasa khas mentega, beraroma khas mentega, tekstur lembut, dan tahan lebih dari satu bulan. Pada kecepatan 100 rpm produktivitasnya ialah 5,035 kg/jam dengan kualitas warna putih gading, rasa khas mentega, beraroma khas mentega, tekstur lembut, dan tahan lebih dari satu bulan. Pada pengadukan dengan kecepatan 175 rpm memiliki produktivitas 4,050 kg/jam dengan kualitas warna putih gading, rasa khas mentega, beraroma khas mentega, tekstur lembut lengket, dan tahan dua minggu. Dari penelitian ini diketahui bahwa kecepatan optimal dalam mengaduk mentega ialah 100 rpm karena produktivitas yang dicapai tertinggi yaitu 5,035 kg/jam dengan kualitas warna putih gading, rasa khas mentega, beraroma khas mentega, tekstur lembut, dan tahan lebih dari satu bulan.

Kata Kunci: Churner, mentega, speed control

PENDAHULUAN

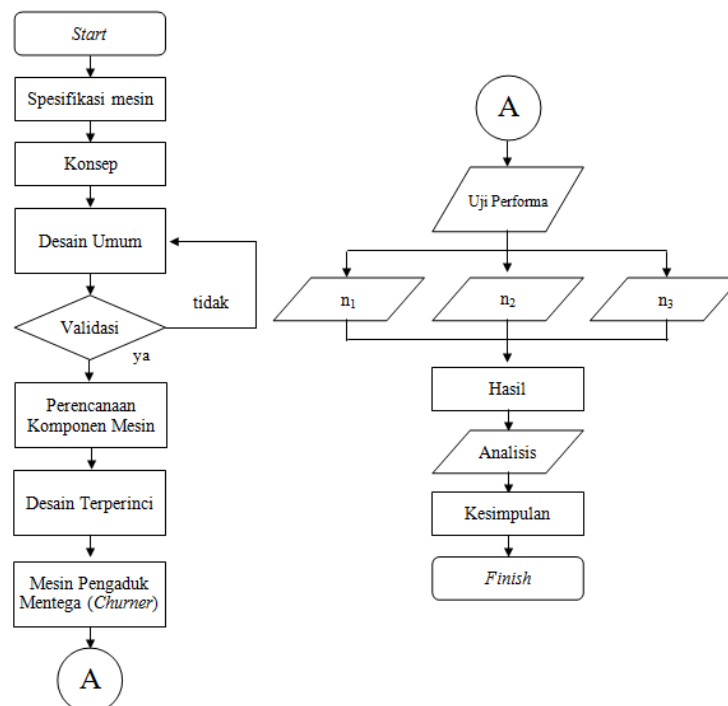
Usaha Mikro, Kecil, Menengah (UMKM) memiliki peran penting dalam pergerakan perekonomian Indonesia baik dalam unit usaha, penyerapan tenaga kerja ataupun, ekspor dan investasinya. Seiring berkembangnya UMKM di Indonesia banyak masalah yang bermunculan, salah satunya ialah pemanfaatan sisa hasil produksi seperti whey, yaitu sisa pengolahan keju yang diolah oleh Kelompok Tani Mutiara Organik di Desa Kenteng, Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang. Whey akan diolah kembali menjadi mentega. Mentega diperoleh dari susu yang dilakukan proses “*churning*”. Susu tersebut diaduk

sehingga menghancurkan membran yang menyelubungi butir-butir lemak pada susu. Oleh karena itu, proses *churning* ialah proses yang paling penting, karena menentukan jumlah gumpalan lemak yang dihasilkan. Alat yang digunakan untuk mengaduk ialah *butter churner pot*.

Churner adalah suatu mekanisme yang digunakan untuk mencampur bagian krim atau mengeluarkan mentega (Saleh, 2004). Mentega merupakan produk olahan berbahan baku lemak susu yang ditambahkan garam untuk memberi rasa dan menjaga mutu (Buckle, 1985). Penelitian ini dilaksanakan guna mengetahui perencanaan konstruksi dan perhitungan komponen mesin *churner*, mengetahui produktivitas mesin *churner*, mengetahui kualitas mentega yang dihasilkan, serta mengetahui kecepatan yang optimal untuk membuat mentega.

METODE

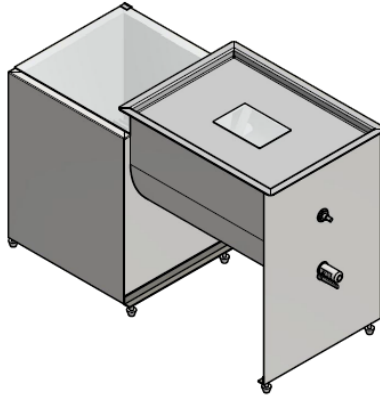
Metode yang digunakan dalam perancangan ini ialah metode Pahl & Beitz (1996) dengan tahapan penjabaran tugas atau spesifikasi, perancangan konsep, perancangan wujud, dan perancangan secara terperinci.

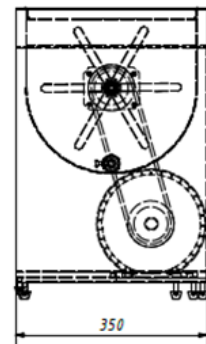
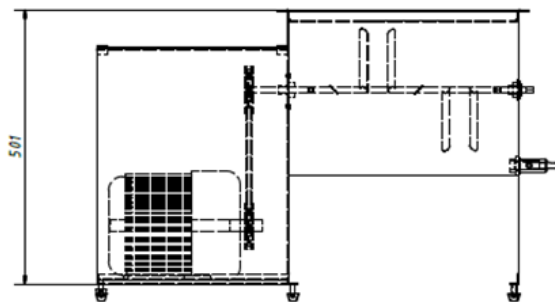
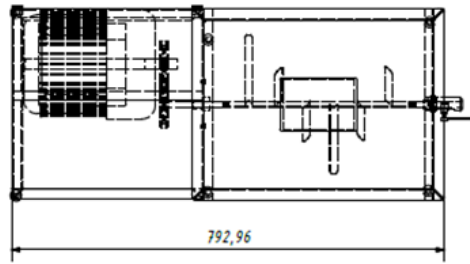


Gambar 1 Metode Perancangan

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian





1. Pengaduk

a. Diameter Pengaduk (d)

Perbandingan d dan Dt aitu antara 0,3 - 0,6.

$$d = 0,6 \times Dt \dots\dots\dots(\text{Walas, 1990})$$

$$= 0,6 \times 350 = 210 \text{ mm}$$

b. Lebar Pengaduk (W)

$$W = 1/5 d \dots\dots\dots(\text{Ludwig, 1999})$$

$$= 1/5 \times 210 = 42 \text{ mm}$$

2. Volume Bejana (V)

Volume bejana yang dihitung ialah satu silinder penuh guna mengantisipasi adanya aliran fluida.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot H \dots\dots\dots(\text{Benson, 2011})$$

$$= 3,14 \times 0,175^2 \times 0,42$$

$$= 0,040m^3 = 40 \text{ liter}$$

3. . Kapasitas Pengadukan

$$\begin{aligned} Q &= K. N. d^3 \dots\dots\dots(\text{Ludwig, 1999}) \\ &= 3,28. 29. 0,213 \\ &= 0,880 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

4. Motor Penggerak

$$\begin{aligned} P &= Q \rho H P = Q \rho H \dots\dots\dots(\text{Ludwig, 1999}) \\ &= 0,880 \times 1031 \times 0, \\ &= 381 \text{ watt} = 0,381 \text{ kW} \end{aligned}$$

5. Daya Nominal

faktor koreksi adalah 1

$$\begin{aligned} P_d &= f_c P P_d = f_c P \dots\dots\dots(\text{Suga, 2002}) \\ &= 1,0 \times 0,381 = 0,381 \text{ kW} \end{aligned}$$

6. Momen puntir disebut momen rencana

$$\begin{aligned} T &= \frac{60 P_d}{2 \pi N} \dots\dots\dots [7] \quad (\text{Suga, 2002}) \\ &= \frac{60 \times 381}{2 \times 3,14 \times 7} \\ &= 520,018 \text{ Nm} \end{aligned}$$

7. Tegangan Geser Izin

Diketahui $Sf_1 = 3,0$ dan $Sf_2 = 6,0$ maka:

$$\begin{aligned} \tau_a &= \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2} \dots\dots\dots [7] \quad (\text{Suga, 2002}) \\ &= \frac{65}{3,0 \times 6,0} \\ &= 3,61 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

8. Poros Pengaduk

$K_1 = 1,5,0$ dan $C_b = 1,2$ yaitu dengan rumus:

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_1 C_b T \right]^{\frac{1}{3}} d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_1 C_b T \right]^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (\text{Suga, 2002})$$

$$= \left[\frac{5,1}{3,61} 1,5 \times 1,2 \times 520,018 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$= 10,98 \text{ mm}$$

9. Kecepatan

Kecepatan maksimum yang akan dibuat ialah 175 rpm
diketahui:

n_1 = kecepatan motor

n_2 = *kecepatan puli*

D_1 = diameter puli 1

D_2 = diameter puli 2

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_1}{D_2} \dots \dots \dots [7] \quad (\text{ S u g a , 2 0 0 2 })$$

$$\frac{1410}{n_2} = \frac{8}{4}$$

$$n_2 = 705 \text{ rpm}$$

Kecepatan saat ditambahkan speed reducer dengan rasio 4:1

$$\frac{705}{n} = \frac{4}{1}$$

$$n = 176,5 \text{ rpm}$$

10. Transmisi

Menghitung panjang sabuk

$$C = 3R_1 + R_2 C = 3R_1 + R_2 \dots \dots \dots (\text{Suga, 2002})$$

$$C = 3 \times 101,6 + 203,2$$

$$C = 304,8 + 203,2$$

$$= 508 \text{ mm} = 50,8 \text{ cm}$$

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{1}{4C}(D_2 - D_1)^2$$

$$L = 2 \times 50,8 + \frac{3,14}{2}(10,16 + 20,32) +$$

$$\frac{1}{4C}(20,32 - 10,16)^2$$

$$L = 101,6 + 47,5 + 0,5$$

$$= 149,95 \text{ cm} = 1499,5 \text{ mm}$$

Menghitung jarak poros antar pulley

$$b = L - \pi(D_2 - D_1) b = L - \pi(D_2 - D_1) \dots \dots \dots (\text{Suga, 2002})$$

$$b = 1499 - \frac{22}{7}(203,2 - 101,6)$$

$$b = 1499 - 319$$

$$b = 1179,9 \text{ mm}$$

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 + (D_2 - D_1)^2}}{8} \dots \dots \dots [7] (\text{Suga, 2002})$$

$$C = \frac{1179,9 + \sqrt{1179,9^2 - (203,2 - 101,6)^2}}{8}$$

$$= \frac{1179,9 + 1179,5}{8} = 294,9 \text{ mm}$$

Tabel 1. Analisa Produk dan Hasil Penelitian

No	Analisa	Hasil		
		50 rpm	100 rpm	175 rpm
1.	Nama Produk	Mentega	Mentega	Mentega
2.	Basis	10310 gram	10310 gram	10310 gram
3.	Bahan	susu 10 liter	susu 10 liter	susu 10 liter
4.	Berat Produk	4660 gram	5035 gram	4050 gram
5.	% Produk	45,2 %	48,8 %	39,3 %
6.	Produktivitas	4,660 kg/jam	5,035 kg/jam	4,050 kg/jam
7.	Organoleptik			
	a. Warna	Putih gading	Putih gading	Putih gading
	b. Rasa	Khas mentega	Khas mentega	Khas mentega
	c. Aroma	Khas mentega	Khas mentega	Khas mentega
	d. Tekstur	Lembut	Lembut	Lembut lengket
	e. Ketahanan	Lebih dari satu bulan	Lebih dari satu bulan	Dua minggu
8.	Gambar			
		Gambar 4. 6. Mentega dari Pengadukan kecepatan 50 rpm	Gambar 4. 7. Mentega dari Pengadukan kecepatan 100 rpm	Gambar 4. 8. Mentega dari Pengadukan kecepatan 175 rpm

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan mentega dengan berat basis 10310 gram yang diaduk dengan kecepatan 50 rpm. Kecepatan tersebut dapat diperoleh dengan memutar dimmer sebesar 77 derajat. Pengadukan ini menghasilkan berat produk 4660 gram maka persentase produk adalah 45,2% dan produktivitas 4,660 kg/jam. Mentega memiliki warna putih gading, rasa khas mentega, beraroma khas mentega, tekstur lembut, dan tahan lebih dari satu bulan.

Pada variasi kecepatan selanjutnya dimmer diputar sebesar 144 derajat dari titik awal, maka kecepatan menjadi 100 rpm. Pengadukan dengan berat basis 10310 gram menghasilkan berat produk 5035 gram maka, persentase produk adalah 48,8% dan produktivitas 5,035 kg/jam. Mentega memiliki warna putih gading, rasa khas mentega, beraroma khas mentega, tekstur lembut, dan tahan lebih dari satu bulan.

Pada putaran penuh yaitu 175 rpm pembuatan mentega dengan berat basis 10310 gram menghasilkan berat produk 4050 gram maka persentase produk adalah 39,3% dan produktivitas 4,050 kg/jam. Mentega memiliki warna putih gading, rasa khas mentega, beraroma khas mentega, tekstur lembut lengket, dan hanya tahan selama dua minggu.

Ketiga hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan jumlah mentega yang diperoleh, yaitu antara 3 – 10%. Perbedaan jumlah mentega tersebut disebabkan karena variasi kecepatan yang digunakan dalam proses pengadukan. Menurut Buckle et al (1985:

289) pengadukan dilakukan pada kecepatan 60 rpm dan apabila kecepatan pengadukan terlalu tinggi dan tidak konsisten maka lemak akan teraduk dan larut ke dalam *butter milk* sehingga lemak hilang. Hilangnya lemak terlihat pada penelitian ini dengan kecepatan 175 rpm yang menghasilkan mentega paling sedikit, yakni 4050 gram. Putri (2015) dalam penelitiannya mengaduk mentega secara manual menggunakan botol jar dengan basis 200 gram. Mentega yang dihasilkan sejumlah 53 gram atau 26%. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa pengadukan menggunakan *churner* lebih efektif karena kecepatan lebih optimal dan stabil sehingga mentega yang dihasilkan lebih banyak.

Mentega yang dihasilkan dari ketiga pengadukan dalam penelitian ini memiliki kualitas hampir sama yaitu, berwarna putih gading, rasa khas mentega, beraroma khas mentega, dan tekstur lembut. Namun, ketahanan untuk tidak tengik berbeda-beda. Pada pengadukan dengan kecepatan 50 dan 100 rpm mentega dapat bertahan lebih dari satu bulan dalam penyimpanan suhu ruang. Sedangkan mentega yang diaduk pada kecepatan 175 rpm hanya bertahan dalam waktu dua minggu. Hal ini dikarenakan banyaknya lemak yang pecah sehingga ikatan antar lemak terdapat ruang yang dapat dimasuki *butter milk*. Banyaknya *butter milk* dalam mentega menjadikan pengeringan kurang optimal dan mempercepat tengik mentega.

Dari analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa kecepatan yang optimal untuk mengaduk mentega ialah 100 rpm. Pengadukan dengan berat basis 10310 gram menghasilkan berat produk 5035 gram atau 48,8% dengan produktivitas 4,88 kg/jam. Selain tingkat produktivitas tinggi, ketahanan yang dihasilkan juga lebih baik yakni lebih dari satu bulan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari penelitian ini, didapatkan spesifikasi mesin *churner* horizontal kapasitas 40 liter dengan dimensi panjang 790 mm, lebar 350 mm, dan tinggi 500 mm. Mesin ini dibuat dengan bahan stainless steel 304 tebal 1 mm dengan pengaduk flat blade pitch paddle. Pengaduk memiliki diameter 210 mm, lebar 42 mm, dan poros 10,98 mm yang digerakkan motor AC 0,5 HP yang dilengkapi *speed control* dengan kisaran kecepatan 50 – 175 rpm. Pada kecepatan 50 rpm mesin ini memiliki produktivitas 4,660 kg/jam dan pada kecepatan 100 rpm produktivitas yang dihasilkan ialah 5,035 kg/jam dengan kualitas keduanya sama yaitu mentega berwarna putih gading, rasa khas mentega, beraroma khas mentega, tekstur lembut, dan tahan lebih dari satu bulan. Pada kecepatan 175 rpm mesin ini mempunyai produktivitas 4,050 kg/jam dengan kualitas mentega berwarna putih gading, rasa khas mentega, beraroma khas mentega, tekstur lembut lengket, dan tahan dua minggu. Dari penelitian ini diketahui

bahwa kecepatan optimal dalam mengaduk mentega ialah 100 rpm karena produktivitas yang dicapai tertinggi yaitu 5,035 kg/jam dengan kualitas warna putih gading, rasa khas mentega, beraroma khas mentega, tekstur lembut, dan tahan lebih dari satu bulan.

Saran

Dalam pengadukan mentega disarankan menggunakan kecepatan yang optimal yaitu 100 rpm sehingga mentega yang dihasilkan maksimal dan pengadukan tidak jauh di atas kecepatan optimal karena dapat mempengaruhi kualitas mentega..

DAFTAR PUSTAKA

- Benson, C. H., and S. Bradshaw. 2011. *User Guideline For Foundry Sand In Green Infrastructure, Recycled Materials*. Madison: Resource Center University of Wisconsin-Madison
- Buckle, A. K et al. 1985. *Food Science*. Diterjemahkan oleh Purnomo, Hari dan Adiono. 1985. Universitas Indonesia: UI Press.
- Ludwig, Ernest. E. 1999. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant Vol 1: Emphasizes How to Apply Techniques of Process Design and Interpret Results Into Mechanical Equipment Details*. Woburn: Butterworth-Heinemann
- Pahl, G and Beitz W. 1996. *“Engineering Design”*. Verlag London: Springer
- Putri, Sarah R. 2015. *Teknologi Pengolahan Susu Dan Telur, Mentega (Bovine Sp.). Laporan Praktikum Teknologi Pengolahan Pangan*. Bandung: Laboratorium Pengolahan Pangan Universitas Pasundan
- Saleh, Eniza. 2004. *Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak*. Universitas Sumatera Utara: USU Digital Library
- Suga, Kiyokatsu. *Design of Machine Elements*. Diterjemahkan oleh Sularso. 2002. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Walas, Stanley. M. 1990. *Chemical Engineering: Chemical Process Equipment*. Newton: Butterworth-Heinema