

# Perancangan Mesin Pembuat Dodol Labu Dengan Kapasitas 10 Kg Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno

Dudin Solahudin<sup>1</sup>, Heri Widiatoro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : dudin.solahudin.tpk16@polban.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : heri.widiatoro@polban.ac.id

## ABSTRAK

Dodol sebagai salah satu makanan yang terkenal di Indonesia, merupakan bagian dari UMKM yang sangat penting bagi ekonomi Indonesia. Karena UMKM adalah penyumbang 60,34% PDB Nasional. Dodol merupakan makanan khas Indonesia, sehingga diharapkan produksi dodol dapat memenuhi permintaan di dalam maupun luar negeri dengan adanya alat bantu proses pembuatan produksinya. Proses pembuatan dodol secara tradisional memerlukan waktu 19,5 jam dengan 2-3 orang tenaga kerja. Proses yang panjang dan tenaga kerja yang banyak menyebabkan keuntungan dan kapasitas produksi tidak efisien. Oleh karena itu dirancang sebuah mesin pembuat dodol yang digunakan untuk membantu dan mempermudah produsen dalam proses pengadukan adonan dodol, pembuatan adonan memanjang dan pemotongan dengan kapasitas 10 kg sehingga dapat meningkatkan jumlah produksi dan meningkatkan keuntungan UMKM Roemah Labu Cimahi. Metode yang digunakan adalah metode perancangan Pahl dan Beitz yang terdiri dari tahapan, konseptual, perancangan detail dan dokumentasi. Alat ini memerlukan daya sebesar 550 Watt. Material yang digunakan adalah SUS04 untuk bagian penampung dan pengaduk sedangkan bagian rangkanya menggunakan SS400. Pemilihan material sudah sesuai dan aman setelah dihitung tegangannya secara manual dan numerik. Besar gaya pengadukannya 288.48 N dengan menggunakan motor 0.75 HP. Kontrol menggunakan Arduino UNO. Hasil rancangan menunjukkan produksi dodol menggunakan alat ini dapat mengurangi proses produksi sebesar 10 jam atau meningkat 3 kali lipat lebih cepat.

### **Kata Kunci :**

*Pembuat Dodol, Mikrokontroler Arduino UNO, Metode Pahl dan Beitz*

## 1. PENDAHULUAN

Dodol adalah makanan tradisional yang terkenal di berbagai daerah di nusantara. Dodol adalah makanan yang termasuk ke dalam jenis makanan setengah basah (*Intermediate Moisture Food*) yang mempunyai sifat elastis, tidak memerlukan pendinginan, dapat langsung dimakan, dan tahan lama selama penyimpanan [1]. Usaha dodol merupakan salah satu Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) yang sangat penting bagi ekonomi Indonesia karena UMKM merupakan penyumbang 60,34% Produk Domestik Bruto (PDB) Nasional [2].

Saat ini proses pembuatan dodol dilakukan secara tradisional, yakni memerlukan waktu sekitar 20 jam sampai dodol dapat dikonsumsi dan dipasarkan. Selain itu, prosesnya membutuhkan 2-3 orang tenaga kerja, sehingga proses produksi tersebut tidak efektif dari segi waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk biaya kerja karyawan.

Proses produksi dodol terdiri dari tiga proses utama, yakni tahap persiapan, pembuatan dan penyelesaian.

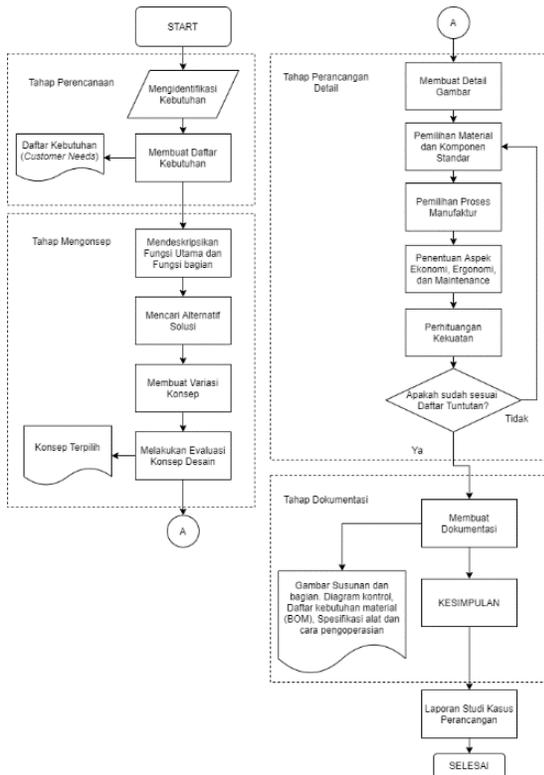
Tahap pembuatan dodol merupakan tahapan mulai dari proses pengadukan dodol, pembuatan adonan memanjang dan pemotongan dodol hingga menjadi dodol yang siap dikonsumsi. Proses pembuatan tersebut dilakukan tradisional dan memakan waktu dua kali delapan jam hari kerja (16 jam). Perlu dilakukan proses perbaikan dengan membuat rancangan sebuah alat bantu proses produksi.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Sugeng Winoto pada tahun 2019 [3] dengan membuat Perancangan alat pengaduk dodol semi otomatis, serta Rancang bangun dan analisa mesin pengaduk dodol semi otomatis dengan kapasitas 30 kilogram yang dilakukan oleh Frengki Kirana Kusnandar pada tahun 2017 [4]. Kedua penelitian sebelumnya hanya membahas permasalahan pembuatan dodol dalam pengadukan saja. Oleh karena itu dirancang sebuah mesin yang membantu proses pengadukan, pembuatan adonan memanjang dan pemotongan adonan sehingga dapat meningkatkan kapasitas produksi dan keuntungan di UMKM bidang produksi dodol dengan kapasitas 10 kg yang berbasis mikrokontroler. Metode yang akan

digunakan adalah metode Pahl dan Beitz yang merupakan metode perancangan yang terdiri dari 4 tahapan perancangan.

## 2. METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan menggunakan metode perancangan Pahl dan Beitz dengan *flowchart* pada gambar 1 *flowchart metodologi*.



Gambar 1. *Flowchart* Metodologi

### Tahap Perencanaan

Pada proses perencanaan tahapan yang paling penting adalah melakukan identifikasi masalah, yakni menjelaskan fungsi dan cara kerja alat, melakukan kajian paten/ hasil riset, melakukan kajian produk yang ada di pasaran, melakukan kajian dampak lingkungan. Hasil dari dari proses perencanaan ini adalah rumusan daftar kebutuhan.

### Tahap Mengonsep

Tahap Pertama dalam mengonsep adalah menentukan fungsi utama dan bagian. Penentuan fungsi utama ini menggunakan Metode *Black box*. Selanjutnya dari *black box* fungsi utama mesin dibuat kedalam bentuk yang lebih kompleks sehingga menghasilkan beberapa aliran fungsi bagian. Fungsi bagian tersebut dibuat menjadi morfologi yang akan menghasilkan variasi konsep. Lalu dilakukan penilaian variasi konsep untuk menentukan konsep terpilih. Parameter penilaian

dilihat dari *user criteria model* berupa spesifikasi alat seperti kapasitas, daya, harga alat, kemampurawatan dan lain-lain serta *user criteria manufacture* berupa kemudahan material, ketersediaan mesin, biaya manufaktur, waktu pengerjaan, kemudahan perakitan dan lain-lain. Penilaian variasi konsep dilakukan dengan metode Pugh. Penentuan konsep terpilih dilihat dari nilai total terbesar dari penilaian.

### Tahap Merancang Detail

Selanjutnya adalah tahap merancang. Tahap merancang ini dilakukan secara detail, yakni melakukan perhitungan dan pemilihan komponen dan material yang akan digunakan. Perhitungan bertujuan untuk mencari dimensi yang tepat dari setiap komponen. Selanjutnya adalah membuat model detail dari hasil pemilihan komponen, serta melakukan evaluasi rancangan dengan parameter daftar kebutuhan yang telah dibuat. Jika rancangan tidak sesuai dengan daftar kebutuhan maka akan dilakukan perubahan pada tahapan pemilihan material dan komponen. Keluaran dari tahap ini adalah gambar kerja sehingga memudahkan untuk merealisasikan konsep terpilih.

### Tahap Mendokumentasi

Tahapan mendokumentasi adalah tahap pembuatan dokumen dari hasil perancangan detail. Dokumen adalah kelengkapan yang penting dan harus dipenuhi agar alat dapat dibuat dan dirakit dengan baik. Bentuk gambar alat berupa gambar 3D dan 2D yang dihasilkan digunakan sebagai sumber pembuatan gambar kerja rakitan dan komponen alat. Selain itu dokumen yang dibuat dibuat dalam bentuk *bill of material* (BOM), dan dokumen tambahan lain seperti Standar operasi alat (SOP) serta standar *troubleshooting*.

## 3. RANCANGAN

### Identifikasi Masalah

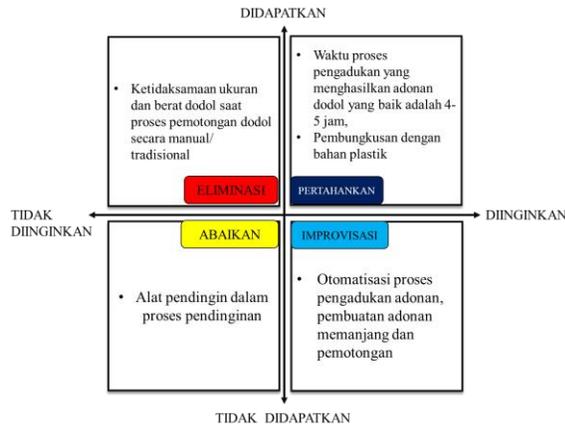
Identifikasi masalah menghasilkan daftar kebutuhan berupa kajian kebutuhan pengguna dan pasar yang dilakukan dengan metode observasi di lapangan dan wawancara dengan pengguna, yakni pengusaha UMKM di bidang Dodol.

Berikut masalah yang dihadapi sesuai dengan hasil observasi lapangan:

- Pengadukan dodol membutuhkan banyak operator dengan waktu yang lama, sehingga beberapa karyawan sering mengeluhkan pekerjaannya dan memutuskan untuk keluar dari usaha pembuatan dodol ini.
- Proses membuat adonan panjang dengan cara melinting membutuhkan waktu yang lama.

- c. Proses pemotongan adonan, membutuhkan waktu lama dan proses penimbangan yang menyulitkan sehingga proses produksi dari awal bisa membutuhkan waktu 2-3 hari.

Permasalahan tersebut disajikan ke dalam matriks *Customer Window* yang disajikan pada gambar 2.



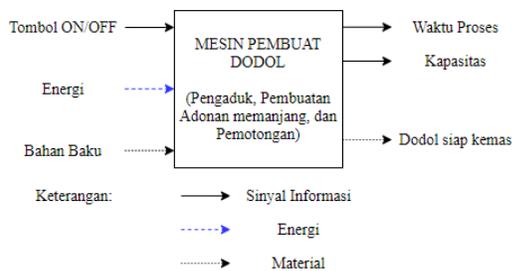
Gambar 2. Matriks *Customer Window*

Setelah dilakukan identifikasi masalah maka proses perencanaan ini menghasilkan daftar kebutuhan. Berikut daftar kebutuhan dalam perancangan mesin pembuat dodol:

- Mesin dapat membantu proses pembuatan dodol yakni pengadukan adonan dodol, pembuatan adonan memanjang dan pemotongan adonan
- Bahan loyang dan pengaduk memiliki kualitas *food grade*
- Kinerja/kapasitas : 10 Kg/ proses
- Sumber energi 220 V/ 1 fasa
- Dapat mudah dipindahkan
- Kontrol : *Microcontroller* (Arduino UNO)

### Konsep Terpilih

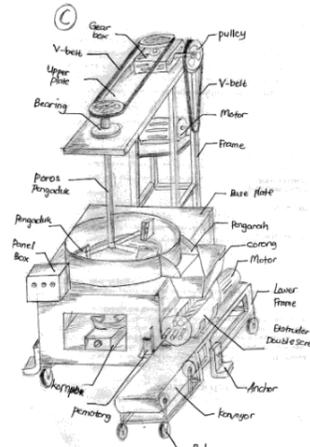
Setelah dilakukan identifikasi masalah maka selanjutnya adalah menentukan konsep terpilih yang merupakan konsep terbaik dari pertimbangan berbagai aspek. Penentuan fungsi utama dilakukan dengan menggunakan metode *black box* dengan hasil pada gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Pemetaan Fungsi Utama

Selanjutnya pemetaan tersebut dibuat tabel morfologi yang menggambarkan alternatif variasi bagian dari setiap fungsi bagian yang ada. Lalu untuk mempermudah penentuan dan penilaian konsep, variasi bagian tersebut harus dilakukan eliminasi berdasar berbagai aspek penilaian. Didapat 3 variasi konsep A B dan C yang akhirnya dipilih berdasar penilaian *User Criteria* dan *Manufacture Criteria*.

Dari hasil penilaian dengan kriteria yang ada, didapatkan konsep dengan nilai paling mendekati nilai ideal. Dengan konsep pada gambar 4 konsep terpilih.



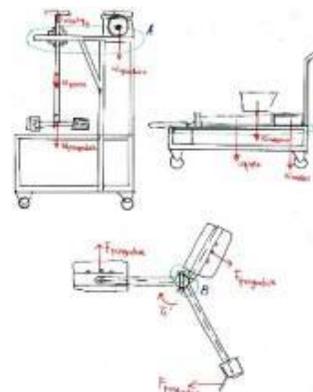
Gambar 4. Konsep Terpilih

### Hasil Merancang Detail

#### a. Analisa Tegangan

Rancangan mesin pembuat dodol ini dilakukan proses perhitungan tegangan pada bagian yang dianggap paling kritis. Bagian yang dihitung adalah rangka pengaduk atas, rangka ekstruder, lengan pengaduk dan baut penyambung pengaduk dan poros.

Berikut titik pada komponen yang akan dihitung pada gambar 5:



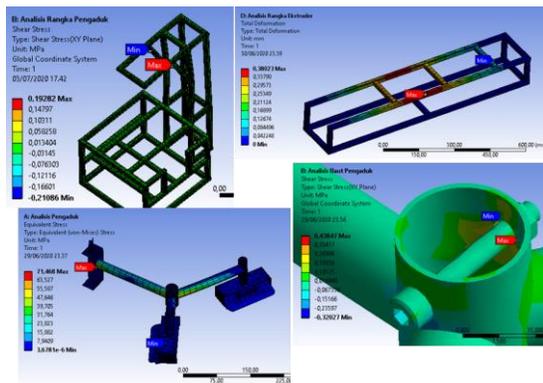
Gambar 5. Titik komponen yang akan dihitung

Dari hasil perhitungan dan evaluasi tegangan izin didapat data pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Tegangan

No	Posisi	Material	Ultimate Strength (MPa)	Safety Factor (SF)	Tegangan izin (MPa)	Tegangan Maksimal (MPa)	Evaluasi
1	Rangka Pengaduk	ASTM A36/ SS 400	400	4	100	1,06	AMAN
2	Bagian Pengaduk	SUS 304	505	4	126,25	71,02	AMAN
3	Baut penyambung	SUS 304	505	4	126,25	0,48	AMAN
4	Rangka ekstruder	ASTM A36	400	4	100	86	AMAN

Selain itu juga dilakukan perhitungan dengan menggunakan simulasi numerik Ansys dengan hasil pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Perhitungan Ansys

Dengan hasil perhitungan yang tidak begitu berbeda dengan hasil perhitungan manual disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Tegangan dengan Ansys

No	Posisi	Tegangan lentur (MPa)			Tegangan geser (MPa)		
		Manual	Ansys	Selisih	Manual	Ansys	Selisih
1	Rangka Pengaduk	1,06	0,94	0,12	0,18	0,19	0,01
2	Rangka ekstruder	86	87,9	1,9	0,347	0,36	0,013
3	Bagian Pengaduk	71,02	71,46	0,44	0,06	0,3	0,01
4	Baut penyambung	-	-	-	0,48	0,438	0,042

### b. Analisa Viskositas dan Torsi Pengadukan

Menurut data pada penelitian Rendy, 2013 massa jenis dodol maksimum adalah 1750 kg/m<sup>3</sup> serta memiliki viskositas maksimal 3061,25 Pa s [5].

Daya yang dibutuhkan dalam proses pengadukan adalah perkalian antara torsi dan kecepatan putar dalam satuan rad/s. Untuk menghitung Torsi motor dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [6]:

$$T = F \cdot s \cdot r = \tau \cdot A \cdot r = \mu \frac{r\omega}{\delta} \cdot A \cdot r = \frac{\mu r^2 \omega \cdot A}{\delta} \quad (1)$$

Keterangan:

T : Torsi pengadukan (Nm)

$\mu$  : Viskositas adonan dodol (kg/m<sup>3</sup>)

r : Jari-jari (m)

$\omega$  : Kecepatan pengadukan (rad/s)

A : Luas Penampang pengaduk (mm<sup>2</sup>)

$\delta$  : Gaya gesek cairan

$$T = \frac{3061,25 \text{ Ns} \cdot \text{m}^2 \cdot 0,25^2 \text{ m}^2 \cdot \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0,0108 \text{ m}^2}{0,09 \text{ m}} = 72,12 \text{ Nm}$$

Daya yang dibutuhkan untuk mengaduk adalah :

$$P = T \cdot \omega \quad (2)$$

$$P = 72,12 \text{ Nm} \cdot \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 226,5 \text{ Watt} = 0,303 \text{ HP}$$

Jika dikonversi ke dalam gaya dengan jarak lengan terjauh 250 mm adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{T}{r} = \frac{72,12 \text{ Nm}}{0,25 \text{ m}} = 288,48 \text{ N}$$

### c. Analisa Perhitungan gearbox, daya motor dan transmisi pengaduk

Gearbox yang digunakan adalah *Vertical type single worm* sesuai arah dan posisi transmisi. Selanjutnya mencari gearbox yang output torsi mencapai angka yang mendekati/ melebihi T2 (7,3 Kg) dengan spesifikasi rpm keluaran 30 RPM dan input pada gearbox 600 RPM. Sehingga gearboxnya harus memiliki rasio 1:20. Kecepatan keluaran Gearbox ditransmisikan dengan puli dengan rasio 1:1 kepada puli pengaduk. Motor yang digunakan adalah motor yang memiliki rpm 1500 dan ditransmisikan oleh sabuk V ke gearbox dengan rasio 1500:600 = 2,5 : 1

Berikut gambar 7 merupakan gambaran transmisi gerakan dari bagian pengaduk dodol.



Gambar 7. Transmisi gerakan Pengaduk Dodol

Torsi yang dibutuhkan mengaduk adalah 72,12 Nm atau 226,5 Watt. Gearbox yang dipilih adalah gearbox dengan Nomor tipe 60 rasio 1:20. Daya motornya adalah sebagai berikut:





- [4] Kusnandar, Muhamad Frengki Kirana. *Rancang Bangun dan Analisa Mesin Pengaduk Dodol Semi Otomatis dengan Kapasitas 30 Kilogram*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia, 2017.
- [5] Rendy Ardiansyah, Rini Nur Hasanah dan Wijono. *Rancang Bangun Sistem Pengaduk adonan Dodol dengan Kecepatan Konstan dan Torsi Adaptif*. s.l. : EECCIS, 2013
- [6] Erny Listijorini, Aswata, Muhammad Razib. *Perancangan Mekanisme Alat Pengaduk Dodol Kapasitas 40 Liter*. 2017. Volume III Nomor 1, April 2017.