

PERANCANGAN MAIN MIXER MODEL RIBBON MIXER PADA MESIN PEMBUAT SUMPPIA

Krisoff Ignatius Ezzo¹, Christo Indra Dova Adhitya², Petrus Iwan Nugroho Cahyo Widodo³, Andi Prasetyo⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Perancangan Mekanik dan Mesin, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Adisucipto Km 9,5, Blulukan, Colomadu, Surakarta.

*Email: kignatiuse@gmail.com, dova.adhitya@gmail.com, petrusiwan7@gmail.com,
andi.prasetyo.eng@gmail.com

Abstrak

Sumpia adalah salah satu makanan ringan yang banyak digemari oleh masyarakat. Permintaan pasar akan sumpia cukup tinggi, sehingga memunculkan peluang bisnis sebagai produsen sumpia. Proses pembuatan sumpia yang masih manual memiliki masalah dimana kecepatan produksi kurang stabil karena dipengaruhi oleh kondisi karyawan dan membutuhkan pelatihan. Diperlukan mesin produksi untuk meningkatkan kapasitas produksi sumpia, akan tetapi, keberadaan mesin pembuat sumpia sendiri belum dapat ditemui di pasar dalam negeri. Melihat masalah yang ada di dalam produksi sumpia, maka dibuatlah mesin pembuat sumpia. Mesin pembuat sumpia terdiri dari 2 unit, yaitu Mixing and Leathering Unit dan Filling and Folding Unit. Mixing and Leathering Unit berfungsi untuk mencampur adonan kulit sumpia dan memasak adonan tersebut menjadi kulit sumpia dengan dimensi 70x70x0,2 mm. Input untuk unit ini berupa tepung, air dan bumbu. Mixer and Leathering Unit mencampur bahan-bahan tersebut menggunakan horizontal Mixer dan memasak adonan kulit menggunakan Roller Baking.

Kata kunci: *Mixing, adonan, kulit sumpia*

1. PENDAHULUAN

Makanan adalah produk pangan yang siap hidang atau yang langsung dapat dimakan. Makanan biasanya dihasilkan dari bahan pangan setelah terlebih dahulu diolah atau dimasak (Soekarto, 1990). Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, makan, yang termasuk ke dalam kebutuhan primer, menghasilkan kebutuhan baru, yaitu ngemil atau *snacking* yang masuk dalam kategori kebutuhan tersier.

Menurut Kamus Webster ke 9 (1985), makanan ringan atau lebih dikenal sebagai *snack food* adalah kata benda yang memiliki arti makanan yang dikonsumsi diantara waktu makan utama. Menurut Muchtadi dan rekan (1988) dalam buku Teknologi Pemasakan Ekstrusi juga mendefinisikan *snack* sebagai makanan ringan yang dimakan dalam waktu antara ketiga makanan utama dalam sehari. Berdasarkan data dari www.statista.com (2018), pendapatan di segmen makanan ringan sebesar 598 juta US Dollar dengan rata-rata konsumsi per kapita sebesar 0,4 kg, dan diperkirakan akan bertumbuh sekitar 7,3% setiap tahun (CAGR 2018-2021).

Menurut Surat Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. HK.00.05.52.4040 Tanggal 9 Oktober 2006 tentang kategori pangan, produk yang termasuk dalam kategori makanan ringan adalah semua makanan ringan yang berbahan dasar kentang, umbi, sereal, tepung atau pati (dari umbi dan kacang) dalam bentuk keripik, kerupuk, jipang. Makanan ringan beragam jenisnya, dilihat dari segi bentuk maupun cara pengolahan dan penyajiannya. Makanan ringan juga bisa dibedakan menjadi dua macam berdasarkan bahan baku yang digunakannya. Pertama yaitu kelompok makanan ringan yang menggunakan satu bahan pecaja rasa seperti garam, gula, dan bumbu lainnya. Kedua yaitu kelompok makanan ringan yang menggunakan bahan baku dan bahan tambahan lain yang dicampur untuk memperoleh produk yang mempunyai nilai gizi yang baik, daya cerna dan mutu fisik atau *organoleptic* yang lebih tinggi. Perbedaan yang lain yaitu *snack* kering, makanan ringan yang tahan lama karena dalam kondisi kering seperti keripik, rengginang, sumpia dan lain-lain, yang kedua *snack* basah, makanan ringan yang hanya dapat bertahan satu hingga dua hari saja seperti kue bolu, siomay, lumpia dan kue basah lainnya.

Sumpia adalah makanan ringan kering yang terdiri dari kulit dan isi. Kulit sumpia terbuat dari adonan tepung yang digoreng setengah matang dengan ketebalan yang tipis, kemudian diisi dengan udang (ebi) yang dibuat abon, lalu digulung atau dilipat dan digoreng hingga memiliki tekstur yang renyah. Hasil dari survei pada toko-toko *snack* kiloan di kota Solo membuktikan bahwa sumpia sendiri populer, dalam 1 bulan rata-rata penjualan sumpia mencapai 40 kg, dengan momentum peningkatan permintaan adalah saat bulan puasa (+100%) dan momentum penurunan produksi adalah saat-saat sekitar perayaan satu suro (penurunan bisa mencapai -50%). Produsen sumpia yang bertempat di kota Solo mampu memenuhi kebutuhan dalam kota, sehingga kota Solo mengimpor sumpia dari daerah lain, seperti Kebumen, Depok, Garut, dan Cirebon.

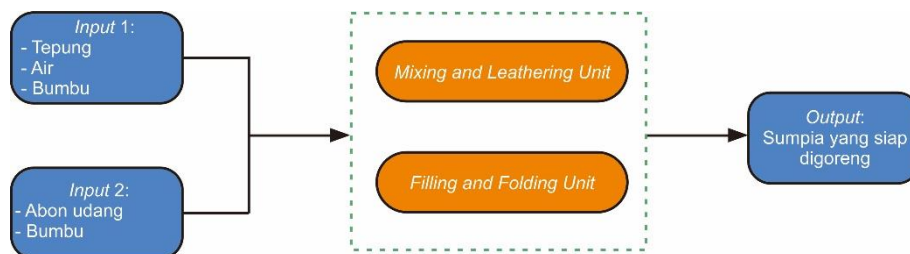
Hasil survei yang dilakukan pada produsen sumpia di Kebumen, proses produksi sumpia dilakukan secara manual. Proses pengerjaan secara manual membuat hasil produksi kurang stabil, sehingga kegiatan produksi menjadi kurang efisien, terutama saat bulan puasa. Hal ini dikarenakan efektivitas karyawan sangat bergantung pada kondisi mental (*mood*) karyawan pada saat bekerja.

Produsen memiliki beberapa solusi yang dapat dipilih untuk memenuhi permintaan pasar, dengan resiko masing-masing. Solusi pertama adalah menggunakan mesin produksi. Resiko dari solusi pertama adalah mesin belum tersedia di pasar dalam negeri. Solusi kedua adalah menambah jumlah karyawan, dan pilihan ketiga adalah menambah jam kerja karyawan. Kurang stabilnya proses manual dalam segi waktu dan permintaan pasar yang fluktuatif menjadi resiko dari solusi kedua dan ketiga.

Melihat keadaan pasar, permasalahan yang ada dan keuntungan beserta kelemahan pilihan di atas, timbul keinginan dari pihak produsen untuk memiliki mesin produksi, akan tetapi mesin produksi tersebut belum dapat ditemui dalam pasar lokal. Menimbang kondisi diatas, penulis memutuskan untuk mengambil judul tugas akhir perancangan mesin pembuat sumpia untuk membantu mengatasi kendala-kendala yang terjadi di tingkat produksi sumpia.

Dalam perancangan mesin pembuat sumpia, terdapat 2 unit yaitu *Mixing and Leathering Unit* dan *Filling and Folding Unit*. Kedua unit tersebut disusun oleh sub unit-sub unit lain yang lebih kecil. Salah satu sub unit tersebut adalah *Main Mixer*, yang merupakan sub unit dari *Mixing and Leathering Unit* dan memiliki fungsi untuk mengaduk bahan-bahan penyusun adonan agar menjadi adonan sumpia.

Proses dan input yang menjadi batasan dalam perancangan mesin pembuat sumpia dijelaskan melalui Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Batasan Masalah

Karakteristik dari spesifikasi *input* dan spesifikasi *output* dari perancangan mesin pembuat sumpia adalah sebagai berikut :

1.1. Spesifikasi *Input*

Mesin pembuat sumpia memiliki 2 macam *input* yang berbeda. *Input* untuk unit pertama adalah 60 kg tepung dengan air, garam, dan penyedap secukupnya untuk *input* adonan kulit sumpia. Dengan produksi per hari mencapai 648 kg maka adonan kulit sumpia dibuat sebanyak 11 kali. Pengadukan untuk setiap pembuatan adonan kulit sumpia memakan waktu 20 menit.



A



B



Gambar 2 Bahan untuk *Input*

A. Tepung, B. Bumbu, C. Air

(Sumber : (A) <https://resepkoki.id>, (B) <https://cdns.klimg.com>, (C) <https://encrypted-tbn0.gstatic.com>, 2019)

Produksi sumpia membutuhkan *input* isian berupa abon udang dan bumbu yang sudah tercampur. Abon udang dan bumbu sudah tercampur agar resep perusahaan tidak bocor, sehingga *Mixer* untuk adonan isian hanya untuk mencegah adonan isian menggumpal.



A



B



C

Gambar 3 Bahan untuk *Input Mixer Isi*

A. Abon Udang, B. Bumbu, C. Garam

(Sumber : (a) <https://encrypted-tbn0.gstatic.com>, (b) <https://blog.regopantes.com>, (c) <https://www.fimela.com>, 2019)

1.2. Spesifikasi *Output*

Output dari mesin pembuat sumpia terbagi menjadi 2 macam, yaitu kulit sumpia dengan ukuran 70 x 70 x 0.2 mm dan sumpia isi udang yang siap goreng dengan berat 10-12,5 gram.



Gambar 4 Sumpia Siap Goreng

1.3. Batasan Proses

Mesin pembuat sumpia memiliki batasan-batasan proses yang mampu dilakukan. Batasan-batasan tersebut dibuat dengan mempertimbangkan kerumitan mesin dan kebutuhan *customer*. Batasan-batasan proses tersebut adalah:

- Proses penggorengan dan pengemasan sumpia tidak termasuk dalam rancangan mesin pembuat sumpia.
- Pengisian *input* dilakukan secara manual.
- Pembersihan mesin dilakukan secara manual.
- Quality Control* dilakukan secara manual.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Proses perancangan *Mixing and Filling Unit* pada mesin pembuat sumpia membutuhkan beberapa peralatan yang berfungsi untuk membantu serta melancarkan proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam proses perancangan *Mixing and Leathering Unit* pada mesin pembuat sumpia adalah :

1. Laptop / PC

Proses perancangan yang dilakukan membutuhkan laptop/PC dengan jenis *processor* Intel(R) Core(TM) i5-7200 CPU @2.50GHz (4 CPUs) dan memori minimal RAM size 4 GB

2. Software

Proses perancangan *Mixing and Leathering Unit* pada mesin pembuat sumpia membutuhkan beberapa *software* diantaranya adalah AutoCAD 2016 sebagai *software* untuk menyelesaikan gambar 2D, *SolidWorks 2017 Education Version* untuk menyelesaikan gambar 3D, *Microsoft Word 2010* untuk penyelesaian laporan.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses perancangan *Mixing and Leathering Unit* pada mesin pembuat sumpia adalah :

1. Hasil wawancara

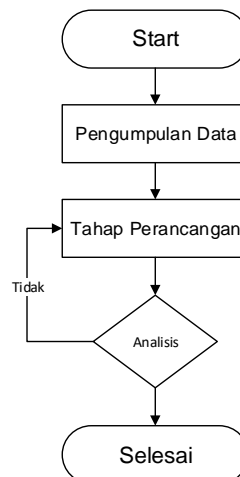
Hasil wawancara diperoleh dari wawancara dengan *customer* berfungsi sebagai pedoman dan acuan dalam merancang mesin agar sesuai dengan permintaan dan proses manual yang sudah ada sehingga mendapatkan hasil yang optimal.

2. Jurnal

Jurnal berfungsi sebagai pembandingan antara analisis dan proses perancangan dengan catatan ilmiah yang sudah ada terlebih dahulu.

2.3 Metode Pengerjaan

Proses dan metode pengerjaan dilakukan dalam beberapa tahap dan akan ditunjukkan melalui *flowchart* proses berikut ini.



Gambar 5 Flowchart Proses Pengerjaan

2.3.1 Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah wawancara dengan *customer*, oleh karena itu dapat disimpulkan identifikasi masalah dan kemudian menentukan batasan masalah untuk proses perancangan. Metode lain yang digunakan untuk pengumpulan data adalah dengan mencari sumber – sumber dan referensi berupa video, jurnal, maupun dengan melakukan percobaan. Analisa terhadap identifikasi masalah dilakukan dengan metode *fishbone* dan selanjutnya disimpulkan melalui diagram keterkaitan.



Gambar 6 Diagram Fishbone



Gambar 7 Diagram Keterkaitan

2.3.2 Tahap Perancangan

Tahap perancangan dilakukan setelah tahap pengumpulan data selesai dilakukan. Tahap ini dilakukan dengan beberapa proses.

1. Penentuan Matriks Kebutuhan

Pembuatan matriks kebutuhan bertujuan untuk menghubungkan antara kebutuhan konsumen (*customer need*) dengan karakteristik teknis (*engineering characteristic*). Pembuatan matriks adalah dengan identifikasi kebutuhan konsumen beserta tingkat kepentingan kebutuhan dan penentuan karakteristik teknis berdasarkan sudut pandang *engineer*.

2. Pemilihan Konsep

Pemilihan konsep dilakukan dengan menggunakan metode morfologi. Metode ini adalah metode dengan menggabungkan 3 atau lebih alternatif desain yang dianggap sesuai dengan *requirement list*.

3. Penilaian Konsep

Penilaian konsep dilakukan berdasarkan konsep yang paling sesuai dengan *requirement list* dan karakteristik teknis. Penilaian konsep juga dinilai berdasarkan kelebihan dan kekurangan tiap konsep desain.

4. Penentuan Konsep Pemenang

Penentuan konsep pemenang dilakukan berdasarkan kriteria penilaian dan kriteria pembobotan dari masing-masing konsep. Konsep yang memiliki skor paling tinggi adalah konsep yang dapat dikatakan sebagai konsep pemenang.

2.3.3 Tahap Analisis

Tahap analisis dilakukan untuk menganalisis secara manual melalui perhitungan agar desain dikategorikan aman ketika diterapkan. Perhitungan meliputi perhitungan *frame* dan perhitungan *shaft*.

1. Perhitungan *Ribbon Tip Speed*

Perhitungan *ribbon tip speed* bertujuan untuk menghitung kecepatan linear dari putaran ujung *ribbon*.

Menghitung *Ribbon Tip Speed* (1)

$$u_{tip} = (\pi \times (2 \times r) \times n) / 60$$

u_{tip} = *Ribbon Tip Speed*
 r = Jari-jari *ribbon*
 n = RPM *ribbon*

2. Perhitungan *Shaft*

Perhitungan *shaft* bertujuan untuk menghitung diameter *shaft* minimal pada unit *Mixing and Leathering Unit*.

Menghitung Gaya Radial (1)

$$Fr = m \times g$$

Fr = Gaya radial
 m = Massa
 g = Gravitasi

Menghitung Momen Torsi (2)

$$Mt = 9550 \times (P/n)$$

Mt = Momen torsi
 P = Daya motor
 n = Putaran pada poros

Menghitung Gaya Keliling (3)

$$Fu = 2 \times Mt / d$$

Fu = Gaya keliling
 Mt = Momen Torsi
 d = Diameter mixer

Menghitung Momen Bengkok X (4)

$$MbAx = Fu \times l$$

$MbAx$ = Momen bengkok x
 Fu = Gaya keliling
 l = Jarak beban

Menghitung Momen Bengkok Y (5)

$$MbAy = Fr \times l$$

MbAy = Momen bengkok y
 α_0 = Faktor batas tegang dinamik
 Mt = Momen Torsi

Menghitung Momen Bengkok Radial (6)

$$Mb(Ra) = \sqrt{Mb(Ax)^2 + Mb(Ay)^2}$$

Mb(Ra) = Momen bengkok radial
 MbAy = Momen bengkok y
 MbAx = Momen bengkok x

Menghitung Momen Gabungan (7)

$$Mv = \sqrt{Mb(Ra)^2 + 0,75 (\alpha_0 \times Mt)^2}$$

Mb(Ra) = Momen bengkok radial
 α_0 = Faktor batas tegang dinamik
 Mt = Momen Torsi

Menghitung Diameter Kritis (8)

$$Dk = \sqrt[3]{\frac{Mv}{0,1 \times \sigma_b \text{ sementara}}}$$

Mv = Momen gabungan
 σ_b = Tegangan sebenarnya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan konsep *Mixing and Leathering Unit* dilakukan dalam beberapa tahap yaitu desain morfologi, deskripsi konsep, kriteria pembobotan, kriteria penilaian, penilaian ketiga konsep untuk kemudian mendapatkan konsep pemenang yang paling sesuai dengan *requirement list*.

3.1. Penentuan Matriks Kebutuhan

Tabel 1 Tabel Matriks Kebutuhan

No	Kebutuhan	Kepentingan
1	Mesin dapat dibeli secara terpisah	5
2	Kapasitas produksi 500kg/hari	5
3	Dimensi mesin $\leq 4 \times 3 \times 3$ m	5
4	Output Kulit = 70x70x0,2 mm	4
5	Mesin semi-otomatis	4
6	Operator 1 orang	4
7	Daya listrik <3500 VA, sumber tegangan 220 volt 1 phase	3
8	Harga <Rp. 200.000.000,00	2

Kesimpulan dari tabel di atas adalah permintaan *customer* dengan tingkat kepentingan paling tinggi adalah mesin dapat dibeli secara terpisah dan kapasitas produksi 500 kg/hari. *Engineering characteristic* atau *voice of engineer* dibuat untuk mencapai permintaan tersebut,

Tabel 2 Voice of Engineer

No	Voice of Engineer
1	Produk seragam
2	Jumlah Operator (1 orang)
3	Dimensi mesin (<4x3x3 m)
4	Kapasitas produksi meningkat 3x dibandingkan manual
5	Daya listrik (<3500 VS)
6	Otomatisasi Mesin
7	Koneksi Antar Unit
8	Umur Pakai
9	Harga <Rp 200.000.000




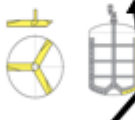


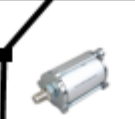







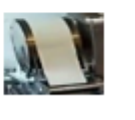

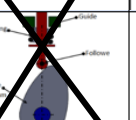

Langkah selanjutnya adalah menyimpulkan hubungan antara *requirement list* dengan *voice of engineer* pada tabel matriks kebutuhan.

Tabel 3 Matriks Kebutuhan

Customer Need	Sound of Engineer Importance	Produk Seragam	Jumlah Operator	Dimensi Mesin (4x3x3 m)	Kapasitas Produksi Meningkat 3x	Daya Listrik 3500 W 220 V 1 Phase	Otomatisasi Mesin	Koneksi Antar Unit	Umur Pakai	Harga <Rp. 200.000.000
Mesin dapat dibeli terpisah	5			○				□		△
Kapasitas produksi 10 kg/jam	5				□					
Dimensi Mesin	5		△	□	○			○	△	○
Mesin Semi Otomatis	4						□			
Operator 1 Orang	4		□	△						
Output Seragam	4	□								
Daya Mesin 3500 W 220 V 1 Phase	3					□				
Harga	2			○			○		□	□
△1 ○4 □9		36	41	77	65	27	44	65	23	43
		8,6%	9,7%	18,3%	15,4%	6,4%	10,5%	15,4%	5,5%	10,2%

3.2. Perancangan Konsep *Mixing and Leathering Unit*

Percangan konsep dan mekanisme dari *mixing and leathering unit* ini dijabarkan melalui desain morfologi.

No	Sub Function	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3
1	Bentuk Hopper	 Vertical Cylinder	 Horizontal Cylinder	 Vertical Box
2	Bentuk Pengaduk	 Anchor Alligator	 Dough Hook	 Ribbon
3	Motor Penggerak	 Servo Motor	 Induction Motor with Reducer	 Stepper Motor
4	Transmisi	 Belt	 Gear	 Chain
5	Cetakan Kulit	 Plate	 Cut Layer	 Layer
6	Mekanisme Support	 Linear Actuator	 Cam	 Wide nozzle with pump
		▲ Konsep 3	■ Konsep 2	● Konsep 1

Gambar 8 Morfologi *Mixing and Leathering Unit*

Konsep pada morfologi di atas ditunjukkan dengan bentuk yang berhubungan. Konsep 1 ditunjukkan dengan bentuk lingkaran, konsep 2 dengan bentuk kotak, dan konsep 3 dengan bentuk segitiga.

3.3. Perancangan Konsep *Mixing and Leathering Unit*

Penilaian konsep *Mixing and Leathering Unit* dilakukan dalam 3 tahap yaitu perhitungan kriteria pembobotan, penentuan kriteria penilaian dan penilaian konsep.

1. Pembobotan Faktor Penilaian

Tabel 4 Tabel Kriteria Pembobotan

Kriteria Pembobotan	Daya motor	Hasil Output adonan	Keamanan	Kapasitas Mixer	Ergonomis
Daya motor	1	1	1	2	1
Hasil Output adonan	1	1	2	1	2
Keamanan	1	0	1	1	0
Kapasitas Mixer	0	1	1	1	1
Ergonomis	1	0	2	1	1
Output kulit	1	1	2	1	0
Jumlah	5	4	9	7	5
Bobot	0,56	0,44	1,00	0,78	0,56

Perhitungan kriteria pembobotan adalah dengan membandingkan antara kriteria – kriteria yang telah ditentukan oleh *engineer*.

2. Kriteria Penilaian

Tabel 5 Tabel Kriteria Penilaian

Kriteria Penilaian Mixing and Leathering	5	4	3	2	1
Daya motor	<400watt	400-500 watt	500-600 watt	600-700 watt	>700 watt
Hasil Output Adonan	Kenyal	Agak kenyal	Biasa	Agak bantet	Bantet
Kapasitas Mixer	>11kg	9-11kg	7-9kg	5-7kg	<5kg
Keamanan	Full cover standar food grade	Full cover Biasa	Cover di daerah rawan	Cover di gear transmisi	Tanpa cover
Ergonomis	Tanpa alat bantu	1 alat bantu	2 alat bantu	3 alat bantu	4 alat bantu
Output kulit	95%-99%	90%-95%	80%-90%	70%-80%	<70%

3. Penilaian Konsep

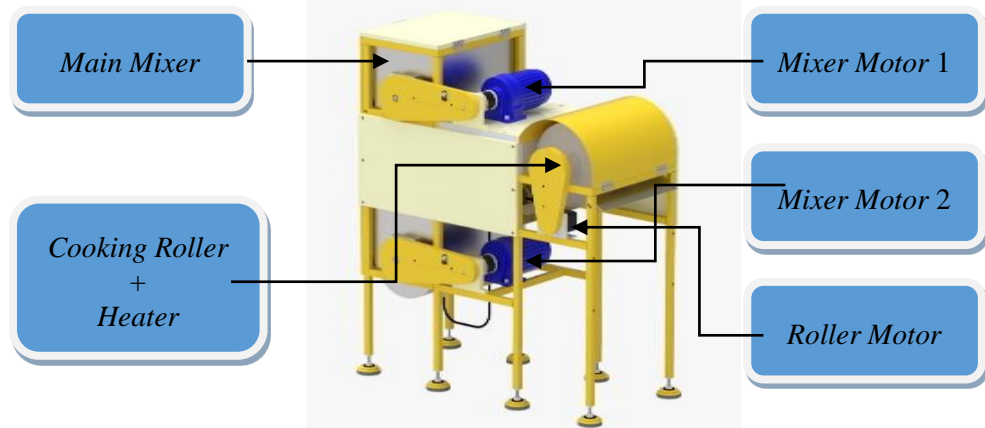
Tabel 6 Tabel Penilaian Konsep

Kriteria	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3	
Daya motor	0,56	43	0,56	3	0,56	3
Hasil Output adonan	0,44	4	0,44	4	0,44	4
Keamanan	1,00	4	1,00	4	1,00	4
Kapasitas Mixer	0,78	4	0,78	4	0,78	4
Ergonomis	0,56	5	0,56	4	0,56	4
Output kulit	0,44	4	0,44	4	0,44	4
Total	15,12		14,56		14,56	
Pemenang	I		II		II	

Konsep pemenang berdasarkan penilaian konsep yang telah dilakukan adalah konsep 1 yang mana konsep ini merupakan konsep yang paling sesuai dengan kriteria dan *requirement list*.

3.4. Deskripsi Konsep *Mixing and Leathering Unit*

Mixing and Leathering adalah unit pembuat kulit. Proses pembuatan kulit diawali dengan memasukan adonan kulit ke *hopper* secara manual, adonan akan diaduk selama 20 menit, kemudian adonan kulit dialirkan menuju tempat pembuatan/pencetakan kulit yang menggunakan *roller* yang dipanaskan menggunakan *Heater*, kulit yang matang akan keluar menuju unit selanjutnya setelah melewati bidang miring.

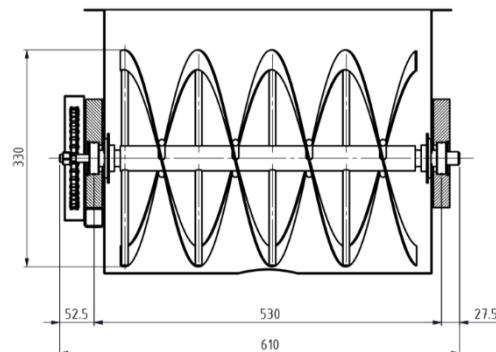


Gambar 9 *Mixing and Leathering Unit*

3.5. Pembahasan Perhitungan

Perhitungan yang dibahas pada unit ini adalah mengenai perhitungan pembuktian ukuran *frame* yang digunakan dan perhitungan ukuran *shaft* minimal yang dapat digunakan.

1. Perhitungan *ribbon tip speed*



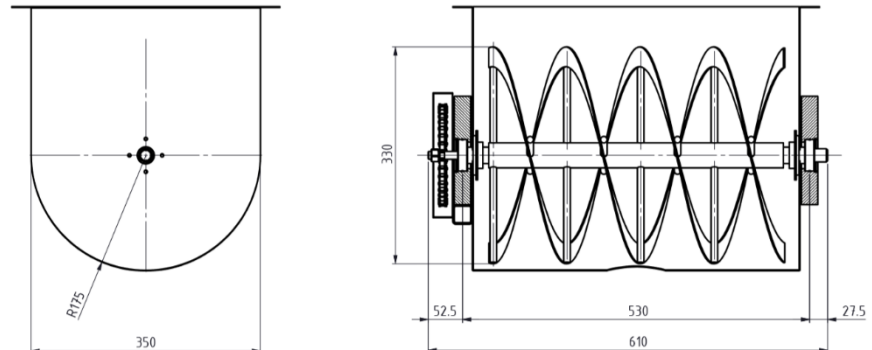
Gambar 10 Dimensi Ribbon

$$\begin{aligned} \text{Jari-jari ribbon } (r) &= \text{Diameter ribbon} / 2 \\ &= 330 / 2 \\ &= 165 \text{ mm} \\ &= 0,165 \text{ m} \\ \text{RPM Mixer } (n) &= 70 \text{ rpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a. Ribbon Tip Speed } (u_{\text{tip}}) \\ u_{\text{tip}} &= (\pi \times (2 \times r) \times n) / 60 \\ &= (\pi \times (2 \times 0,165) \times 70) / 60 \\ &= 1,2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

u_{tip} hasil perhitungan lebih besar dari yang u_{tip} yang disarankan (1m/s) sehingga *main mixer* perlu diberi *cover* penutup dan dalam proses pengisian bahan-bahan maupun pengambilan adonan mesin harus dalam keadaan mati.

2. Perhitungan pembuktian ukuran *shaft*



Gambar 11 Dimensi *Main Mixer*

Jarak shaft sebelum A (L_1)	= 52,5 mm
Jarak antar tumpuan (L_2)	= 530 mm
Jarak shaft setelah B (L_3)	= 27,5 mm
Lengan total (L_a)	= 610 mm
Jarak beban dengan A (L)	= Jarak beban ke B = 265 mm
Massa beban (m)	= 100 kg
Putaran pada poros (n)	= 70 rpm
Daya Motor (P)	= 1100 watt
Diameter <i>Mixer</i> (d)	= 350 mm
Angka Keamanan (V)	= 2
Material	= St. St. 304
Tegangan bengkok ganti (σ_{bw})	= 660 N/mm ²
Batas Tegangan Ulang (Σ_{sch})	= 240 N/mm ²
Faktor Kekasaran (b_1)	= 0,85
Faktor Ukuran (b_2)	= 0,94
Faktor lekuk (β_k)	= 1,83

- Gaya Radial (F_r)

$$F_r = m \times g$$

$$= 100 \times 9,81$$

$$= 981 \text{ N}$$
- Momen Torsi (M_t)

$$M_t = 9550 \times (P/n)$$

$$= 9550 \times (1100 / 70)$$

$$= 150.071,428 \text{ Nmm}$$
- Gaya Keliling (F_u)

$$F_u = 2 \times M_t / d$$

$$= 2 \times 150.071,428 / 350$$

$$= 857,551 \text{ N}$$
- Momen Bengkok X (M_{bAx})

$$M_{bAx} = F_u \times L$$

$$= 857,551 \times 265$$

$$= 227.251,02 \text{ Nmm}$$
- Momen Bengkok X (M_{bAy})

$$M_{bAy} = F_r \times L$$

$$= 981 \times 265$$

$$= 195.973,75 \text{ Nmm}$$

- f. Momen Bengkok Radial (MbRa)
- $$\begin{aligned} Mb &= \sqrt{Mb(Ax)^2 + Mb(Ay)^2} \\ &= \sqrt{227.251,02^2 + 195.973,75^2} \\ &= 299.429,106 \text{ Nmm} \end{aligned}$$
- g. Faktor Batas Tegang Dinamik (α_0)
- $$\begin{aligned} \alpha_0 &= \frac{\sigma_{bw}}{1,73 \times S_{sch}} \\ &= \frac{660}{1,73 \times 240} \\ &= 1,589 \end{aligned}$$
- h. Momen Gabungan (Mv)
- $$\begin{aligned} Mv &= \sqrt{Mb(Ra)^2 + 0,75 (\alpha_0 \times Mt)^2} \\ &= \sqrt{299.429,106^2 + 0,75 (1,589 \times 150.071,428)^2} \\ &= 363.783,432 \text{ Nmm} \end{aligned}$$
- i. Mencari Tegangan Sementara (σ_b sementara)
- $$\begin{aligned} \sigma_b \text{ sementara} &= \sigma_{bw} / V \\ &= 660 / 2,5 \\ &= 264 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$
- j. Mencari Diameter Kritis Sementara (dk sementara)
- $$\begin{aligned} dk \text{ sementara} &= \sqrt[3]{\frac{Mv}{0,1 \times \sigma_b \text{ sementara}}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{363.783,432}{0,1 \times 264}} \\ &= 23,974 \text{ mm} \end{aligned}$$
- k. Mencari Tegangan Sebenarnya (σ_b)
- $$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{\sigma_b \times b_1 \times b_2}{\beta_k \times v} \\ &= \frac{660 \times 0,85 \times 0,94}{1,83 \times 2} \\ &= 144,082 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$
- l. Mencari Diameter Kritis Sebenarnya (dk)
- $$\begin{aligned} dk &= \sqrt[3]{\frac{Mv}{0,1 \times \sigma_b}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{363.783,43}{0,1 \times 144,082}} \\ &= 29,337 \text{ mm} \\ &\approx 29,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan kekuatan *shaft* didapati bahwa diameter minimal yang dapat digunakan sebagai *shaft* untuk *Mixer* adalah 29,5 mm.

3.6. Ketercapaian Kebutuhan

Keberhasilan desain dapat dilihat dari persentase ketercapaian setiap *requirement list* pada setiap penerapan desain. Semakin banyak *requirement list* yang tercapai pada desain, maka desain tersebut dapat dikatakan semakin berhasil. Keberhasilan desain *Mixing and Leathering Unit* dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 7 Tabel Ketercapaian Desain

No	Requierement List	Tingkat Kepentingan	Persentase	Implementasi dalam mesin
1	Setiap unit mesin dapat dibeli secara terpisah	5	100%	- Setiap unit mesin <i>portable</i> - Ada konektivitas antar unit
2	Kapasitas produksi kulit 500 kg/hari, 8 jam/hari, 6 hari kerja/minggu	5	100%	- Jumlah output kulit 140 kulit / menit dengan berat kulit 12,5 gram - Menggunakan 2 line proses produksi
3	Dimensi ruang yang tersedia untuk mesin maksimal 4 x 3 x 3 meter (PxLxT)	5	100%	Dimensi mesin 3,2 x 1,5 x 1,5 meter
4	Jumlah operator 1 orang	4	100%	- Menggunakan alat pencetak dengan dimensi 70 x 70 mm - Jarak pemasangan alat pencetak terhadap roller pemasak 0,2 mm
5	Mesin semi-otomatis	4	100%	- Penggunaan tombol dan <i>switch</i> untuk proses manual - Proses manual pada <i>Mixer and Leathering Unit</i> adalah input adonan isi dan membuka <i>valve</i> transfer adonan - Proses manual pada <i>Filling and Folding Unit</i> adalah input adonan isi dan input adonan perekat
6	Operator 1 orang	4	100%	- Operator yang menjalankan mesin berjumlah 1 orang - Operator yang menjalankan mesin sama dengan operator yang melakukan proses manual
7	Listrik yang tersedia untuk pengadaan mesin adalah 1 <i>phase</i> / 220 VAC dengan batas daya listrik maksimal 3500 VA	3	50%	- Komponen listrik pada mesin yang digunakan memiliki total daya 4400 watt - Sumber tegangan menggunakan 1 <i>phase</i> / 220 VAC
8	Harga mesin kurang dari Rp. 200.000.000,-	2	74%	Harga penawaran mesin Rp. 270.000.000

Persentase Ketercapaian (P) = $\frac{\sum(\text{Tingkat Kepentingan} \times \text{Indikator Ketercapaian})}{\sum \text{Tingkat Kepentingan}}$

$$\begin{aligned}
 P &= ((5 \times 100) + (5 \times 100) + (5 \times 100) + (4 \times 100) + (4 \times 100) + (4 \times 100) + (3 \times 50) + (2 \times 74)) / 32 \\
 &= 2998 / 32 \\
 &= 93,7\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, persentase keberhasilan desain *Main Mixer* model *ribbon mixer* pada mesin pembuat sumpia adalah 93,7 % dan persentase kegagalan pada desain ini adalah 6,3 %.

4. KESIMPULAN

Rancangan *Main Mixer* model *ribbon mixer* pada mesin pembuat sumpia menghasilkan rancangan yang dapat menghasilkan 630 kg kulit sumpia siap goreng per hari kerja. Mesin ini memiliki dimensi 4000 x 3000 x 3000 mm dengan operator berjumlah 1 orang. *Main Mixer* dapat beroperasi secara optimal dengan diameter shaft mixer sebesar 29,5 mm, dan harus dalam kondisi mati saat melakukan pengisian atau pengambilan adonan karena *ribbon tip speed*-nya melebihi 1m/s.

Perhitungan konstruksi rancangan mesin telah dilakukan dan dinilai cukup aman, dengan persentase keberhasilan desain mencapai 93,7% dan persentase kegagalan desain 6,3%. Akan tetapi

perhitungan konstruksi lanjutan perlu dilakukan untuk proses realisasi mesin, karena perhitungan yang dilakukan hanya sebatas pada bagian yang dianggap kritis.

Perancangan mesin Main Mixer model ribbon mixer masih belum sempurna, dibutuhkan pengembangan untuk menuju sempurna, diantaranya dengan:

1. Diberikan mekanisme pengisian yang memudahkan operator dalam pengisian bahan-bahan adonan.
2. *Cover* atas *mixer* diberikan bagian yang transparan agar dapat melihat apakah adonan sudah tercampur dengan baik pada saat *timer* berbunyi tanpa harus membuka *cover*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Zainuri. **DIKLAT BAHAN AJAR ELEMEN MESIN II**. Universitas mataram. Mataram. 2010.
B. Sudiby, Ing. HTL. **POROS PENYANGGA DAN POROS TRANSMISI**. ATMI PRESS SOLO, Surakarta
B. Sudiby, Ing. HTL. **KEKUATAN DAN TEGANGAN IJIN**. ATMI PRESS SOLO, Surakarta