

PERBAIKAN MESIN PENGADUK DODOL

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Gustian Heroito

No. Mahasiswa : 12525028

NIRM : 2012010589

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

YOGYAKARTA

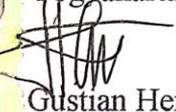
2018

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.



Yogyakarta, 10 April 2018


Gustian Heroito
12525028

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PERBAIKAN MESIN PENGADUK DODOL

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Gustian Heroito

No. Mahasiswa : 12525028

NIRM : 2012010589

Yogyakarta, 27 Februari 2018

Pembimbing I,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Muhammad Ridwan', is written over the printed name below.

Muhammad Ridlwan S.T, M.Eng

الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERBAIKAN MESIN PENGADUK DODOL

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Gustian Heroito

No. Mahasiswa : 12525028

NIRM : 2012010589

Tim Penguji

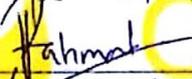
Muhammad Ridlwan, ST., M.Eng

Ketua


Tanggal : 10/04/2018

Rahmat Riza, ST., M.Sc. ME

Anggota I


Tanggal : 4/4/2018

Agung Nugroho Adi, ST., MT

Anggota II


Tanggal : 10/4/2018

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin




Dr. Eng. Risdiyono, ST., M.Eng.

الجامعة الإسلامية
الاستد بالاندو

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ya Allah,

Terlalu banyak waktu yang sudah kujalani, sekecil apapun itu aku percaya semua ini adalah karuniaMu, terutama dengan jalan hidup yang telah aku lalui apapun percaya semua itu tak akan terjadi tanpa kuasaMu, Kubersujud dihadapanMu, Engkau berikan aku kesempatan untuk bisa sampai di penghujung awal perjuanganku Segala Puji bagiMu ya Allah.

Ungkapan hati sebagai rasa Terima Kasihku

Alhamdulillahrabbi'l'amin...Alhamdulillahrabbi'l'amin...Akhirnya aku sampai ke titik ini, sepercik keberhasilan yang Engkau hadiahkan padaku ya Rabb Tak henti-hentinya aku mengucap syukur pada Mu ya Rabb Shalawat serta salam kepada teladan ku Rasulullah SAW dan para sahabat yang mulia. Semoga sebuah karya kecil ini menjadi amal shaleh bagiku dan menjadi kebanggaan bagi keluargaku tercinta
Ku persembahkan karya kecil ini.

Lantunan Al-fatimah beriring Shalawat dalam silahku merintih, menadahkan doa dalam syukur yang tiada terkira, terima kasihku untukmu.

Bapak, petuahmu bak pelita, menuntunku dijalanNya, peluhmu bagai air, menghilangkan haus dahaga, hingga darahku tak membeku dan ragaku belum berubah kaku.

Mamak, doamu menjadikanku bersemangat, kasih sayangmu yang membuatku menjadi kuat, hingga aku selalu bersabar melalui ragam cobaan yang mengejar, kini cita-cita dan harapan telah kugapai.

Kupersembahkan sebuah karya kecil ini untuk Bapak dan Mamakku tercinta, yang tiada pernah hentinya selama ini berjuang menguliahkanku dengan segala keterbatasan yang ada, dengan kegigihannya, serta semangat juangnya yang menginginkan anaknya memperoleh gelar sarjana yang terkadang tak sedikit membuatmu mengucurkan keringat dan air mata.

Memberiku semangat, doa, dorongan, nasehat dan kasih sayang serta pengorbanan yang tak tergantikan hingga aku selalu kuat menjalani setiap rintangan yang ada didepanku, Bapak, Mamak terimalah bukti kecil ini sebagai kado keseriusanku untuk membalas semua pengorbananmu. Dalam hidupmu demi hidupku kalian ikhlas mengorbankan segala perasaan tanpa kenal lelah, dalam lapar berjuang separuh nyawa hingga segalanya. Bapak, Mamak maafkan anakmu yang masih saja menyusahkanmu.

Dalam silah di lima waktu mulai fajar terbit hingga terbenam, seraya tanganku menengadah” ya Allah ya Rahman ya Rahim terimakasih telah kau tempatkan aku diantara kedua malaikatmu yang setiap waktu ikhlas menjagaku, mendidikku, membimbingku dengan baik, ya Allah berikanlah balasan setimpal syurga firdaus untuk mereka dan jauhkanlah mereka nanti dari panasnya sengat hawa api nerakamu. Aamiin.

Untuk dosen pembimbing Bapak Muhammad Ridlwan S.T., M.T semoga ALLAH selalu melindungimu dan meninggikan derajatmu didunia dan diakherat, terimakasih atas bimbingan dan arahan selama ini. Semoga ilmu yang telah diajarkan menuntunku menjadi manusia yang berharga didunia dan bernilai diakherat. Aamiin.

HALAMAN MOTTO

“Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia menyelesaikannya dengan baik”.

(HR. Thabrani)

“Orang yang menuntut ilmu berarti menuntut rahmat ; orang yang menuntut ilmu berarti menjalankan rukun Islam dan Pahala yang diberikan kepada sama dengan para Nabi”.

(HR. Dailani dari Anas r.a)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hendaklah hanya kepada tuhanmulah kamu berharap”

(Qs. Al-Insyirah 6-8)

“Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri”

(Al-Ankabut: 6)

“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Al-Baqarah: 153).

“life is a like riding a bicycle. you must keep moving”

(Albert Einstein)

"Tidak ada orang lain, kecuali diri kita yang bisa membebaskan pikiran kita."

(Bob Marley)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah Robbilalamin, Puji syukur kehadiran Allah S.W.T. atas segala limpahan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan waktu yang telah direncanakan dan dapat berjalan dengan lancar. Shalawat dan salam semoga tercurah pada Rasulullah Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Tugas Akhir berjudul “PERBAIKAN MESIN PENGADUK DODOL” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Selama pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, baik yang berupa materi maupun non materi, baik berupa bimbingan, dorongan, kerjasama, fasilitas dan kemudahan lainnya maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah S.W.T. atas segala limpahan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya.
2. Rasulullah Muhammad S.A.W. yang menjadi teladan dan idola terbaik.
3. Orangtua yang sangat aku cintai, sayangi dan banggakan. Mereka yang selalu memberikan semangat, dukungan ridho, do'a, moril dan materil. Terimakasih Bapak dan Mamak selalu membimbing, membina dan memberikan semangat tak terhingga sampai selesainya Tugas Akhir ini.
4. Untuk adikku, Sandi Rosmana dan Teresa Putri Anjani walaupun sering bertengkar tapi hal itu selalu menjadi warna yang tak akan bisa dilupakan dan digantikan, terima kasih atas doa dan semangat selama ini, Maaf belum bisa menjadi panutan seutuhnya, tapi aku akan selalu mencoba menjadi kakak yang baik.

5. Buat sepupuku, Salwa yang selalu menghibur ketika sedang pusing memikirkan tugas kuliah.
6. Bapak Dr. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
7. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, ST., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan izin untuk melakukan Tugas Akhir.
8. Bapak Muhammad Ridlwan S.T., M.T , selaku Dosen Pembimbing tunggal yang telah memberikan dukungan, arahan, bimbingan, serta meluangkan waktunya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
9. Seluruh Dosen Teknik Mesin UII, terimakasih atas ilmunya semoga Allah SWT tidak akan memutus pahalanya.
10. Laboran Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia (Mas Fariz Alfian, Mas Adi Swandono, Mas Syafi'i dan Mas Candra) yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan memberikan ilmunya.
11. Admin Teknik Mesin Sarah, yang telah membantu dalam pembuatan surat-surat selama proses Tugas Akhir ini.
12. Terima Kasih kepada UKM KAUTSAR yang sudah membantu dan mempermudah segala urusan untuk pengabdian masyarakat.
13. Terima kasih kepada Ibu Puri dan Ibu Tri yang sudah mendampingi dalam proses pengujian pembuatan dodol.
14. Terima kasih untuk Wini Wiliyanti yang sudah membantu dalam proses tugas akhir ini, seemoga selalu sukses dalam studi S2-nya, dimudahkan segala urusannya. Amin
15. Teman-teman seperjuangan ME12 (Mechanical Engineering 2012) dari awal masuk kuliah hingga saat ini terimakasih banyak sodara atas segala bentuk dukungan, semangat, serta nasihat yang diberikan kepada penulis, selalu semangat untuk menggapai apa yang kalian inginkan jangan pernah putus asa sodara semangat terus, semoga kekeluargaan dan persahabatan kita tetap terjaga.
16. Terima kasih buat para alumni (Mas tomi, Mas Ronald, Mas Protal) atas semua pelajaran hidup yang diberikan.

17. Terimakasih buat seluruh keluarga besar HMTM FTI UII atas pengalamannya
18. Teman-teman VESPA UII, MIMBAR VESPA, VESPA SELALU, JAKAL INDEPENDENT CLUB, MERAPI SCOOTER EXTREME semangat sodara jangan pernah malas untuk mengejar sesuatu yang kalian inginkan dan jangan vespaan mulu, kuliah juga dijalani.
19. Dan teman-teman serta semua pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu.
20. Semoga Allah S.W.T. senantiasa memberikan balasan limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, serta kelapangan hati atas segala kebaikan yang mereka berikan. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahannya, untuk itu diharapkan masukan saran dan kritik yang sekiranya dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan laporan ini sehingga lebih bermanfaat lagi.
21. Harapan penulis, laporan ini dapat membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.
22. Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 14 Februari 2018

Penulis

ABSTRAK

Dodol merupakan salah satu makanan khas daerah Jawa Tengah yang hingga kini masih populer di kalangan masyarakat. Permintaan dodol meningkat terutama menjelang hari-hari besar di Indonesia. Proses pembuatan dodol memerlukan waktu 6 hingga 8 jam diaduk terus menerus secara manual oleh satu atau dua orang operator. Dengan semakin meningkatnya permintaan, telah banyak diciptakan mesin pengaduk dodol untuk mempermudah pekerjaan manusia dalam memproduksi dodol. Elemen paling penting pada mesin pengaduk dodol adalah jenis pisau pengaduk yang digunakan apakah dapat mengaduk adonan dodol secara merata atau tidak. Untuk mendapatkan solusi mengenai jenis pengaduk yang paling tepat digunakan pada mesin pengaduk dodol, dilakukan penelitian mengenai perbaikan mesin pengaduk dodol dengan uji coba menggunakan tiga jenis prototype pisau pengaduk. Hasil dari penelitian menunjukkan pisau pengaduk jenis pitched blade paddle berdaun pengaduk dua buah dengan kemiringan 30° dapat mengaduk adonan dodol secara merata dan menurunkan waktu proses produksi menjadi 4 jam.

Kata kunci : mesin pengaduk dodol, pisau pengaduk, pitched blade paddle

ABSTRACT

Dodol is one of the typical foods of Central Java which is still popular among the people. Dodol demand is increasing especially ahead of Indonesian's big days. Dodol production process takes 6 to 8 hours stirring continuously and manually by one or two operators. As demand increases, there are many dodol stirrer machines have been created to help human work easier. The most important component in dodol stirring machine is the type of stirrer blade used. To obtain a solution about the most appropriate type of stirrer used in dodol stirring machine, a research about the improvement of dodol stirring machine by conducting trials using three types of prototype stirrer blade is developed. The result present that the pitched blade paddle with two 30° leaf stirrer type can stir the dodol dough appropriately and decrease the production process time to 4 hours.

Keywords : *dodol stirrer machine, stirrer blade, agitator, pitched blade paddle*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vii
0 KATA PENGANTAR	viii
Abstrak	xi
Daftar Isi	xiii
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar	xvi
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	4
2.2.1 Dodol	5
2.2.2 Mesin Pengaduk Dodol	5
2.2.3 <i>Mixing</i>	7
2.2.4 Jenis Pengaduk	9
2.2.5 Poros	11
2.2.6 Torsi dan Daya	13
Bab 3 Metode Penelitian	14
3.1 Diagram Alur Penelitian	14
3.2 Menentukan Konsep Desain Perbaikan Alat	15
3.3 Peralatan dan Bahan	16
3.3.1 Alat	16
3.3.2 Bahan	18
3.4 Proses Pembuatan Dodol Jenang	20
3.5 Proses Pengujian Alat	21
Bab 4 Hasil dan Pembahasan	22
4.1 Hasil Perancangan	22
4.1.1 Desain Pisau Pengaduk (<i>blade</i>) Pertama	22
4.1.2 Desain Pisau Pengaduk (<i>blade</i>) Kedua	24
4.1.3 Desain Pisau Pengaduk (<i>blade</i>) Ketiga	25
4.2 Hasil Pengujian Alat	27
4.2.1 Hasil Pengujian Dodol Salak dan Dodol Jenang	27
4.3 Komentar dan Saran Pengrajin Dodol Konvensional	30
4.4 Analisis dan Pembahasan	31
4.4.1 Analisis Rugi-Rugi Daya Akibat Gesekan	31
4.4.2 Analisa Daya, Gaya, dan Torsi	34

4.4.3	<i>Stress Analisis</i> Pisau Pengaduk (<i>blade</i>)	38
4.5	Analisa perbandingan pisau pengaduk.....	41
4.5.1	Data teknis pisau pengaduk sebelum perbaikan	41
4.5.2	Data teknis pisau pengaduk setelah perbaikan	42
4.6	Analisa perbandingan dengan mesin pengaduk di pasaran.....	43
4.6.1	Mesin pengaduk dodol yang sudah ada dipasaran	43
4.6.2	Mesin Pengaduk Dodol yang Berhasil dibuat	45
Bab 5	Penutup.....	47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Standar Nasional Pembuatan Dodol	5
Tabel 4-1 Hasil simulasi <i>safety factor</i>	40
Tabel 4-2 Perbandingan teknis pisau pengaduk sebelum dan sesudah perbaikan	43
Tabel 4-3 Tabel perbandingan data teknis proses pengadukan menggunakan alat yang sudah ada dipasaran dan alat yang sudah berhasil.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Pengaduk Dodol K10.....	6
Gambar 2.2 Mesin Pengaduk Dodol	7
Gambar 2.3 (a) pengaduk <i>propeller</i> , (b) daun dipertajam, (c) baling kapal.....	9
Gambar 2.4 Jenis dan aliran pengaduk turbin	10
Gambar 2.5 Pengaduk <i>paddle</i>	11
Gambar 2.6 Jenis pengaduk helical ribbon dan alirannya	11
Gambar 3.1 Alur Penelitian	14
Gambar 3.2 Mesin las	16
Gambar 3.3 Gerinda tangan.....	16
Gambar 3.4 Sarung Tangan Las	17
Gambar 3.5 Kacamata Las.....	17
Gambar 3.6 Jangka sorong 0.02	17
Gambar 3.7 <i>Hand Drill</i>	18
Gambar 3.8 Mesin Penekuk Besi	18
Gambar 3.9 Plat besi.....	19
Gambar 3.10 Besi Beton.....	19
Gambar 3.11 <i>Stainless steel</i>	19
Gambar 3.12 Besi plat	20
Gambar 4.1 Pisau Pengaduk Rangka Besi.....	23
Gambar 4.2 uji <i>prototype</i> pengaduk jenis rangka besi	23
Gambar 4.3 Pisau Pengaduk <i>Jenis blade paddle</i> daun satu.....	24
Gambar 4.4 Uji <i>Prototype</i> Pisau Pengaduk jenis <i>blade paddle</i>	25
Gambar 4.5 Pisau Pengaduk Jenis <i>pitched blade paddle</i> daun satu	26
Gambar 4. 6 Uji <i>prototype</i> pengaduk jenis <i>pitched blade paddle</i>	26
Gambar 4.7 Proses pembuatan dodol salak	28
Gambar 4.8 Hasil adonan dodol salak	28
Gambar 4.9 Hasil pengdukan adonan pertama	29
Gambar 4.10 proses pemasakan dodol jenang dan hasil	29
Gambar 4.11 Grafik perubahan torsi	36
Gambar 4.12 Luasan gaya yang terbagi	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.13 titik kritis pada pisau pengaduk	39
Gambar 4.14 nilai <i>safety factor</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.15 Pisau pengaduk sebelum perbaikan	41
Gambar 4.16 Pengujian pisau pengaduk sesudah perbaikan	42
Gambar 4.17 Mesin pengaduk dodol K10.....	44
Gambar 4.18 Mesin pengaduk dodol mesin usaha	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman makanan khas daerah. Salah satunya dodol yang berasal dari Jawa Tengah. Dodol telah lama diminati oleh masyarakat hingga saat ini bahkan merupakan salah satu makanan ringan yang meningkat permintaannya di pasaran terutama dihari-hari besar, dodol menjadi makanan yang istimewa yang tak asing lagi dimasyarakat. (Muhardani, 2014)

Dalam proses pembuatan dodol, bahan baku utama yang digunakan yaitu ketan, gula merah, gula pasir dan santan kelapa. Bahan-bahan tersebut dicampur kedalam kuili besar yang dipanaskan dengan api sedang (Ilma, 2012). Dalam proses memasak adonan, membutuhkan tenaga seorang pria dewasa untuk mengaduk adonan secara terus-menerus sampai megeluarkan gelembung-gelembung udara. Pada umumnya industri dodol rumah tangga, pembuatan dilakukan secara konvensional. Waktu yang diperlukan untuk pengadukan adonan dodol yaitu 8 sampai 12 jam (Tamami, 2017).

Melihat dari proses pembuatan dodol secara konvensional, (Kusnandar, 2017) telah menciptakan sebuah alat pengaduk dodol semi otomatis kapasitas 30 kilogram dengan tujuan untuk mempermudah operator serta untuk mengurangi tenaga manusia ketika mengaduk adonan dodol secara terus-menerus. sistem kerja alat tersebut menggunakan motor listrik untuk menggerakkan pisau pengaduk (*blade*) yang dihubungkan oleh *v-belt* untuk meneruskan putaran.

Pada alat tersebut dihasilkan beberapa masalah yaitu pisau pengaduk tidak mampu mengaduk secara merata, ukuran *blade* yang melebar tidak fleksibel menyebabkan kuili sulit untuk dimiringkan sehingga dibutuhkan beberapa bagian. Terjadinya gesekan *v-belt* terhadap *pulley* menyebabkan serbuk *v-belt* berjatuh kedalam kuili adonan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian berjudul Perbaikan Mesin Pengaduk Dodol. Sangat diharapkan bahwa perbaikan desain ini dapat bermanfaat untuk mencapai kinerja mesin lebih optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan indentifikasi masalah diatas maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana desain pisau pengaduk (*blade*) yang dapat berfungsi lebih optimal ?
- b. Bagaimana sistem penuangan adonan yang lebih fleksibel ?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup pembahasan menjadi lebih jelas dan tidak meluas ke hal-hal yang tidak diinginkan maka pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

- a. Desain hanya menggunakan *inventor professional 2015*
- b. Perbaikan fokus pada bagian pisau pengaduk (*blade*).
- c. Tidak menghitung *viskositas* adonan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memodifikasi desain mesin pengaduk dodol agar dapat beroperasi secara optimal yang meliputi sebagai berikut :

- a. Membuat pisau pengaduk (*blade*) yang dapat mengaduk adonan secara merata serta meminimalisir terjadinya adonan gosong didasar wajan.
- b. Membuat sistem penuangan adonan yang dapat mempermudah operator.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a. Bagi peneliti bisa membuat peluang usaha.
- b. Bagi pengguna dapat memberikan kenyamanan serta kemudahan dalam membuat dodol.
- c. Mengurangi jumlah SDM dalam melakukan produksi menggunakan alat pengaduk adonan dodol.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian, yang bertujuan memudahkan dalam memahami laporan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab, yaitu:

- a. Bab 1 berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan laporan.
- b. Bab 2 berisikan kajian pustaka yang menerangkan tentang perkembangan terkini terkait topik perancangan dan landasan teori yang dipakai dalam perancangan ini.
- c. Bab 3 berisikan penjelasan tentang alur penelitian yang dilengkapi dengan diagram alir, alat dan bahan yang digunakan, konsep desain, metode pengujian produk dan analisa hasil pengujian.
- d. Bab 4 berisikan penjelasan mengenai hasil yang telah dicapai dalam penelitian ini dan pembahasannya.
- e. Bab 5 merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan beserta saran yang didapat dalam pelaksanaan penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian ini dilakukan berdasarkan eksperimen atas hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Kusnandar, 2017). Mesin pengaduk dodol menggunakan *blade* jenis baling-baling (*propeller*). Pengaduk jenis ini merupakan pengaduk untuk zat cair berviskositas rendah. (Purwanto, 2018)

Penelitian lain mengenai rancang bangun mesin pengaduk dodol oleh (Ardiansyah, 2013) menggunakan pengaduk jenis dayung (*paddle*) dengan kemiringan daun 30°. Sistem pengaduk tersebut menghasilkan adonan dengan aliran *fluida* laminar dan viskositas konstan. Sedangkan penelitian untuk mengisolasi minyak kelapa murni dengan metode pengadukan melibatkan pengaduk jenis turbin yang pada dasarnya menyerupai dayung namun berdaun banyak dan digunakan pada putaran berkecepatan tinggi (Purwanto, 2018). Penelitian tersebut menyatakan bahwa penggunaan pengaduk jenis turbin dengan daun miring menghasilkan efek pengadukan paling besar dimana terjadi benturan pada dinding samping serta terjadi pembelokan ke arah atas sehingga gejala yang terjadi pada adonan lebih banyak.

Beberapa penelitian tersebut mendasari penggunaan pengaduk jenis dayung untuk Perbaikan Mesin Pengaduk Dodol. Penggunaan pengaduk jenis dayung ini didasari oleh putaran mesin pengaduk dodol yang berada pada kecepatan rendah, serta diharapkan untuk dapat menghasilkan efek pengadukan adonan lebih baik

2.2 Dasar Teori

Beberapa teori yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai sumber.

2.2.1 Dodol

Dodol adalah jenis makanan yang menggunakan bahan pencampur seperti tepung beras ketan, tepung beras, gula dan santan sebagai bahan baku. Tepung ketan digunakan untuk pengikat agar memperoleh tekstur dodol yang plastis dan kenyal. Dodol termasuk makanan jenis setengah basah yang mempunyai kadar air 10-40%, Aw 0,70-0,85, mempunyai sifat elastis, dapat langsung dimakan dan tahan lama saat penyimpanan (Maryati, 1991).

Menurut Standar Nasional Indonesia, dodol adalah sejenis makanan yang terbuat dari tepung beras ketan, santan kelapa, dan gula dengan atau tanpa penambahan bahan lainnya yang diizinkan. Adapun standar mutu dodol berdasarkan SNI 01-2986-1992 dapat dilihat pada Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Standar Nasional Pembuatan Dodol

No	Uraian	Persyaratan
1	Keadan (aroma, rasa, dan warna)	Normal
2	Air	Maks. 20%
3	Abu	Maks 1.5%
4	Gula dihitung sebagai sakarosa	Min 40%
5	Protein	Min 3%
6	Lemak	Min 7%
7	Serat kasar	Maks. 1.0%
8	Pemanis buatan	Tidak boleh ada
9	Logam-logam berbahaya	Tidak boleh ada
10	Arsen	Tidak boleh ada
11	Kapang	Tidak boleh ada

Sumber : Standar Nasional Indonesia (1992)

2.2.2 Mesin Pengaduk Dodol

Mesin ini berfungsi untuk mengaduk dodol disertai dengan pemanasan untuk proses pemasakannya, ada beberapa jenis mesin pengaduk dodol sederhana

di pasaran dengan kapasitas dan bentuk yang berbeda-beda. Berikut beberapa mesin pengaduk dodol yang sudah ada :

a. Mesin pengaduk dodol K10

Mesin ini diproduksi di Yogyakarta oleh CV. Rumah Mesin yang memiliki kapasitas produksi 10 kg dengan dimensi 500 mm x 450 mm x 700 mm, terbuat dari bahan rangka plat baja. Penggerak menggunakan motor listrik AC 220 volt 1 fase yang menghasilkan daya sebesar 1 HP, menggunakan kompor *Liquified Petroleum Gas (LPG)* sebagai pemanas bejana yang berbentuk silinder dengan sistem *double jacket* dan telah dipasarkan dengan harga 9 juta rupiah. (Rumah, 2017)



Gambar 2.1 Mesin Pengaduk Dodol K10
Sumber : (Rumah, 2017)

b. Mesin pengaduk dodol CV. Toko Mesin Usaha

Mesin ini berfungsi untuk menggoreng serta mengaduk selai dan dodol. Produksi mesin ini dilakukan di kota Madiun dan telah dipasarkan dengan harga kisaran 10 Juta rupiah, dimensi mesin ini berukuran 1000 mm x 650 mm x 1450 mm dengan kapasitas produksi 10 kg, pengaduk menggunakan bahan *stainless steel* dengan wajan berbahan *aluminium* beserta pemanas kompor *Liquified Petroleum Gas (LPG)*. Sistem penggerak menggunakan motor listrik 650 watt diteruskan oleh transmisi untuk memutar poros pengaduk. (Usaha, 2017)



Gambar 2.2 Mesin Pengaduk Dodol

Sumber : (Usaha, 2017)

2.2.3 *Mixing*

Mixing atau pencampuran merupakan operasi yang bertujuan mengurangi ketidaksamaan kondisi, suhu, atau sifat lain yang terdapat dalam suatu bahan. Dapat dikatakan juga sebagai proses mencampurkan satu bahan dengan bahan lainnya sehingga membuat suatu bentuk yang seragam dari beberapa bentuk baik cair dengan padat, padat dengan padat, maupun cair dengan gas. Komponen bahan yang jumlahnya lebih banyak disebut *fasa kontinyu* dan yang lebih sedikit disebut *fasa disperse* (Fellows, 1988).

Pencampuran dapat terjadi dengan cara menimbulkan gerak di dalam bahan tersebut yang kemudian menyebabkan bagian-bagian bahan saling bergerak satu sama lain. Salah satu cara yang dilakukan dalam *mixing* ialah proses pengadukan. Pengadukan dan pencampuran merupakan operasi yang penting dalam pembuatan produk dodol. Penggunaan peralatan yang tidak tepat dapat menyebabkan kegagalan dalam pembuatan dodol. Terdapat beberapa alat pencampur sesuai dengan bahan yang akan dicampurkan, yaitu sebagai berikut :

a. Alat Pencampur Bahan Cair

Bahan cair diaduk untuk mencapai beberapa tujuan diantaranya mensuspensikan partikel padatan, menggabungkan bahan cair yang dapat saling bercampur, mendispersikan gas dalam bentuk gelembung halus, mendispersiikan bahan cair lain yang tidak dapat bercampur, dan meningkatkan pindah panas antara bahan cair dan sumber panas (Cabe, 1985).

Pengadukan bahan cair umumnya dilakukan dalam suatu bejana berbentuk silinder yang memiliki sumbu *vertical*, bagian atasnya dapat tertutup atau terbuka. Dasar bejana pada umumnya dicekungkan agar terhindar dari adanya sudut atau bagian yang tidak bisa dipenetrasi oleh aliran *fluida*. Sebuah pengaduk yang digerakan oleh motor listrik menggantung dari atas. Perlengkapan tambahan dari alat pencampur bahan cair ini yaitu jalur masuk atau jalur keluar bahan, coil pemanas, dan alat pengukur suhu.

b. Alat Pencampur Bahan Padat

Untuk mencampur bahan padat, pada umumnya menggunakan mesin pencampur yang ringan seperti *ribbon blender* dan *double cone mixers*. *Ribbon blender* terdiri dari silinder horizontal yang di dalamnya dilengkapi dengan *screw* berputar dan pengaduk pipa berbentuk *helical* yang dilengkapi dengan dua pita. Pencampuran dihasilkan oleh turbulensi yang diinduksi oleh pengaduk dengan gerakan berlawanan. *Ribbon blender* efektif digunakan untuk mencampur tepung-tepungan.

Double cone blender terdiri dari dua kerucut yang berputar pada porosnya. Pencampuran tipe ini memerlukan energi dan tenaga yang lebih besar. Oleh karena itu alat pencampur jenis ini perlu dilengkapi dengan alat pendingin agar energi yang dikonsumsi tidak berubah menjadi panas sehingga menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur produk.

c. Alat Pencampur Bahan Pasta

Tenaga yang diperlukan untuk mencampur bahan pasta lebih banyak dibandingkan dengan bahan cair. Hal ini disebabkan tidak adanya aliran yang dapat memindahkan bagian yang belum tercampur ke daerah pencampuran di sekitar pengaduk. Pada pencampuran bahan pasta, seluruh bahan harus dibawa ke pengaduk atau pengaduknya sendiri yang mendatangi seluruh bagian campuran. Aksi pada mesin pencampuran bahan ini merupakan kombinasi dari *shear* berkecepatan rendah, penyapuan, pelipatan, pelepasan, dan penekanan.

Diantara mesin pencampur pasta yang sering digunakan terdiri dari pengaduk dengan beberapa bilah *vertical* atau jari yang terpasang pada *head* yang

berputar. Wadah atau bejana bersifat stasioner dan pengaduknya memiliki gerakan berputar. Gerakan pencampuran dapat bervariasi tergantung dari jenis pengaduk yang digunakan sehingga hasil yang didapat akan bervariasi, Peralatan pencampur dengan menggunakan satu pengaduk biasanya digunakan untuk mengaduk bahan dengan *viskositas* rendah, sedangkan bahan yang memiliki *viskositas* lebih tinggi biasanya menggunakan pengaduk dengan lebih dari satu pengaduk.

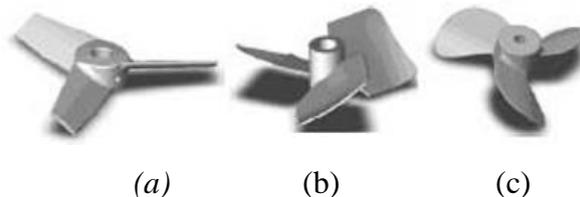
Bahan yang dicampurkan dalam pembuatan dodol berupa bahan cair dan tepung-tepungan sehingga kemudian dihasilkan bahan pasta. Oleh karena itu, alat yang sesuai untuk pengadukan adonan dodol ialah prinsip alat pencampur bahan pasta. Alat pengaduk tersebut memiliki komponen pengaduk utama yang dalam penelitian ini disebut *blade*. Istilah lainnya untuk *blade* ialah *impeller*, atau *agitator*.

2.2.4 Jenis Pengaduk

Secara umum, terdapat empat jenis pengaduk yang biasa digunakan, yaitu pengaduk baling-baling (*propeller*), pengaduk turbin (*turbine*), pengaduk dayung (*paddle*), dan pengaduk *helical ribbon* (Kars-Jordan dan Hiltunen, 2007).

1. Pengaduk baling-baling (*propeller*)

Propeller digunakan pada kecepatan berkisar 400 rpm hingga 1750 rpm dan digunakan untuk cairan dengan *viskositas* yang rendah. Pengaduk jenis ini menimbulkan aliran *aksial*, arus aliran meninggalkan pengaduk secara berkala melewati *fluida* ke satu arah tertentu hingga dibelokkan oleh dinding tangki. Jenis *propeller* yaitu *marine propeller*, *hydrofoil propeller*, dan *high flow propeller*.



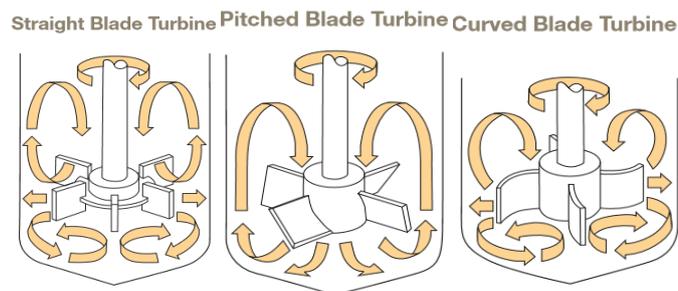
Gambar 2.3 (a) pengaduk *propeller*, (b) daun dipertajam, (c) baling kapal

Sumber : (Kars-jordan dan Hiltunen, 2007)

2. Pengaduk turbin (*turbine*)

Pengaduk turbin adalah pengaduk dayung yang memiliki banyak daun pengaduk sekitar empat atau enam dan berukuran lebih pendek, digunakan pada kecepatan tinggi. Diameter pengaduk ini antara 30-50% dari diameter tangki.

Pada turbin dengan daun miring (*pitched blade turbine*), beberapa aliran *aksial* akan terbentuk sehingga terjadi kombinasi antara aliran *aksial* dengan aliran *radial*. Jenis ini digunakan pada *suspense* padat karena aliran langsung ke bawah kemudian akan menyapu padatan ke atas. Sudut kemiringan dapat bervariasi dari 0° hingga 90°.



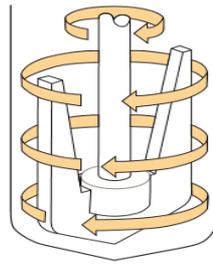
Gambar 2.4 Jenis dan aliran pengaduk turbin

Sumber : (Parker Hannifin Corporation, 2015)

3. Pengaduk dayung (*paddle*)

Paddle digunakan pada kecepatan putaran rendah 20 rpm hingga 200 rpm. Panjang total dari pengadukan dayung 60-80% dari diameter tangki, dan lebar daunnya 1/6-1/10 dari panjangnya. Jenis ini digunakan pada aliran *fluida laminar*, transisi, atau turbulen tanpa *baffle* (Pietranski, 2002).

Pengaduk dayung tidak efektif untuk suspensi padat karena aliran radial bisa terbentuk namun aliran *aksial* dan *vertikal* menjadi kecil. Pengaduk dayung didesain menyapu serta menggeruk dinding dan bagian bawah tangki. Jenis ini digunakan pada cairan kental untuk menghindari terbentuknya endapan pada dinding. Sering digunakan untuk proses pembuatan pasta kanji, cat, bahan perekat, dan kosmetik.

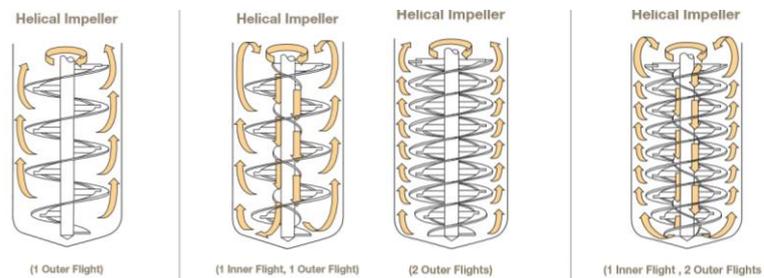


Gambar 2.5 Pengaduk *padle*

Sumber : (Parker Hannifin Corporation, 2015)

4. Pengaduk *helical ribbon*.

Pengaduk jenis ini digunakan pada cairan dengan kekentalan yang tinggi, serta beroperasi pada kecepatan rendah maupun tinggi. Keunggulan pengaduk jenis ini ialah pada luas permukaan tumbukan yang besar serta penggunaan daya yang rendah.



Gambar 2.6 Jenis pengaduk *helical ribbon* dan alirannya

Sumber : (Parker Hannifin Corporation, 2015)

Blade agitator yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *pitched blade paddle*. Bentuk dayung mengaduk adonan mengikuti bentuk dindingnya sehingga dapat mencegah terjadinya endapan akibat adonan dodol yang bersifat kental. Daun pengaduk dibuat miring sehingga dapat membentuk kombinasi aliran *aksial* dan *radial*, dengan penggunaan daya rendah sebesar 35 rpm.

2.2.5 Poros

Poros pada umumnya berfungsi untuk memindahkan daya dan putaran. Bentuk dari poros adalah silinder baik pejal maupun berongga. Namun ukuran diameternya tidak selalu sama. Biasanya dalam permesinan, poros dibuat

bertangga/step agar bantalan, roda gigi maupun *pulley* mempunyai dudukan dan penahan agar dapat diperoleh ketelitian mekanisme. (Stolk dan Kross, 1993)

Menurut pembebanannya, poros dibedakan atas tiga jenis, yaitu :

a. Poros Transmisi

Poros ini berfungsi untuk mentransmisikan daya dan putaran. Hal ini menyebabkan poros mendapatkan momen *bending*/beban lentur dan momen *torsion*/beban puntir. Daya yang ditransmisikan kepada poros melalui kopling, roda gigi, *pulley* maupun dengan *sprocket*.

b. *Spindle*

Spindle berfungsi sebagai poros transmisi. Namun, beban yang diterima poros ini hanya beban puntir. Contoh dari poros ini adalah *spindle* pada mesin perkakas, dimana ukurannya relatif pendek. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil, bentuk serta ukurannya harus teliti.

c. Gandar

Poros ini berfungsi menyangga suatu mekanisme. Beban yang diterima poros ini adalah beban lentur, tidak terjadi putaran pada poros (Sularso dan Suga, 2004). Poros digunakan pada setiap mesin dan peralatan mesin, poros dibebani dengan beban yang berubah yaitu kombinasi dari lenturan dan puntiran disertai dengan berbagai tingkatan konsentrasi tegangan. Pemindahan tenaga dan pergerakan mesin dapat dibagi dua :

1) Pergerakan Langsung

Dalam hal ini poros motor bergerak (motor listrik, mesin uap dan motor bakar) dihubungkan langsung dengan poros perkakas atau mesin yang hendak digerakkan dengan kopling-kopling.

2) Pergerakan Tidak Langsung

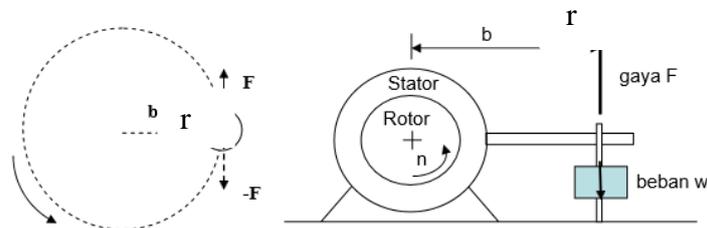
Dalam hal ini poros motor penggerak tidak langsung berhubungan dengan perkakas atau mesin yang digerakkan, melainkan dengan menggunakan *pulley* dalam mentransmisikan tenaga. (Nababan, 2005).

2.2.6 Torsi dan Daya

(Basyarudin, 2008) Torsi adalah suatu energi kemampuan dari sebuah mesin atau motor, besaran torsi biasa digunakan untuk menghitung energi dari benda yang berputar pada porosnya. Apabila suatu benda berputar pada porosnya dan mempunyai besaran gaya, maka dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T = F \times r$$

Dengan T = Torsi benda berputar (N.m), F adalah gaya *sentrifugal* dari benda yang berputar (N), dan r = jarak benda ke pusat rotasi (m). Karena adanya torsi benda dapat berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha untuk melawan torsi dengan besar yang sama melawan arah putaran. Berikut adalah skema pengukuran torsi :



Gambar 2.7 Skema pengukuran torsi

Sumber : (Basyarudin, 2008)

Dari gambar diatas dapat dilihat pengukuran torsi pada poros (rotor) dengan prinsip pengereman dengan stator yang dikenai beban sebesar w . Untuk mengukur torsi mesin, pada poros mesin diberi rem yang disambungkan dengan w pengereman atau pembebanan. Pembebanan diteruskan sampai poros mesin hampir berhenti berputar. Beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin F . Torsi pada poros dapat diketahui dengan rumus :

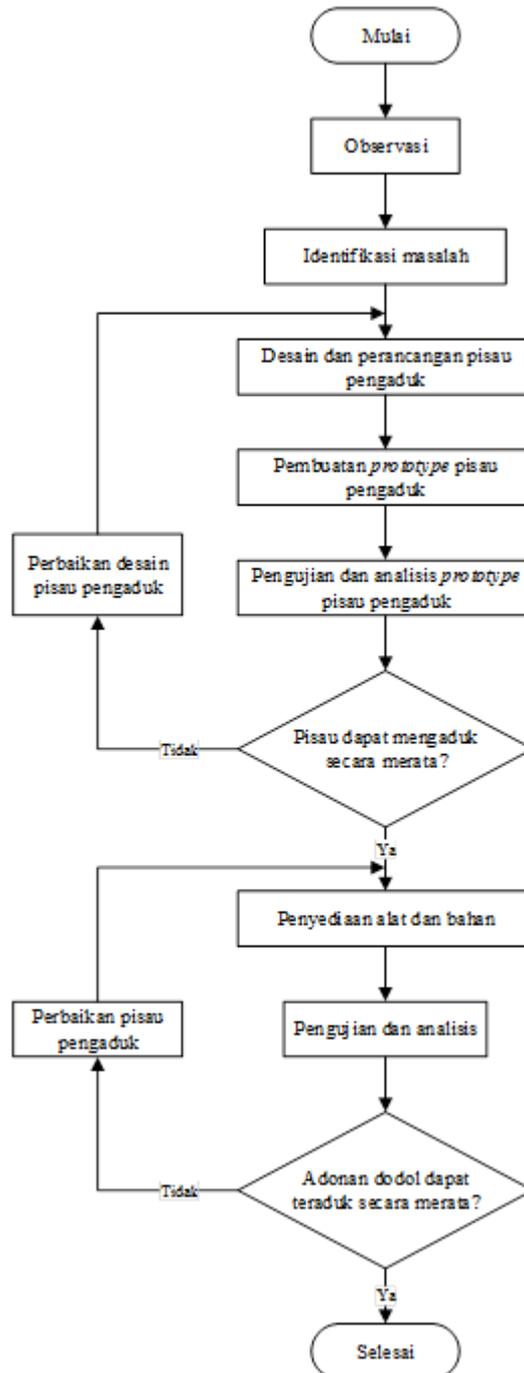
$$T = w \times r$$

Dengan w = beban (kg), r = jarak pembebanan dengan pusat putaran, dan T = torsi mesin (Nm). Pada rumus diatas dapat diketahui besaran torsi yang dihasilkan oleh poros, jumlah energi yang dihasilkan mesin setiap waktunya adalah yang disebut dengan daya.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur dari tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 Menentukan Konsep Desain Perbaikan Alat

Penelitian dimulai dengan observasi mengenai alat pengaduk dodol yang sudah ada sebelumnya termasuk melakukan pengujian atau pembuatan dodol menggunakan mesin tersebut. Observasi bertujuan untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang mungkin terjadi dan perlu diperbaiki agar dapat diperoleh fungsi mesin yang optimal.

Sebelum memperbaiki alat, dilakukan studi literatur dan studi lapangan sebagai landasan dalam penelitian ini. Studi lapangan yang dilakukan adalah melihat proses pembuatan dodol secara konvensional di Desa Soko, Purworejo, Jawa Tengah. Pada proses pembuatan dodol secara konvensional, membutuhkan 3-4 orang dewasa dengan tenaga yang cukup besar pada proses pengadukannya selama 5-8 jam dengan kapasitas 30 kg, 3 orang sebagai pengaduk dan 1 orang sebagai pengatur kayu bakar yang digunakan sebagai pemanas. Untuk menghasilkan kualitas dodol yang baik, pada proses pengadukan adonan dodol harus diaduk secara terus-menerus karena pada adonan dodol terdapat tepung ketan yang mudah lengket dan menggumpal ketika pengadukan tidak merata.

Selanjutnya, melakukan studi literatur tentang mesin pengaduk dodol serta mengamati mesin pengaduk dodol yang sudah ada di pasaran untuk dijadikan acuan dan landasan dalam proses perbaikan alat ini. Setelah dilakukan pengamatan serta mempelajari beberapa referensi yang didapat, didapat tiga jenis pisau pengaduk yang akan dibuat pada perbaikan alat ini.

Sebelum merealisasikan beberapa jenis pisau pengaduk (*blade*), untuk mengurangi biaya perbaikan serta mengurangi kesalahan dalam menentukan jenis pengaduk yang akan digunakan, maka dilakukan pengujian menggunakan *prototype* terlebih dahulu. Pengujian dilakukan dengan membuat *prototype* pisau pengaduk (*blade*) dengan dimensi yang lebih kecil dengan menggunakan media yang memiliki karakteristik menyerupai adonan dodol. Kemudian ditentukan pisau pengaduk (*blade*) yang akan digunakan dari hasil uji *prototype*.

3.3 Peralatan dan Bahan

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa alat dan bahan yang mendukung proses perbaikan mesin pengaduk dodol.

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam proses perbaikan mesin pengaduk dodol adalah sebagai berikut :

1. Mesin Las

Digunakan untuk menyambung logam dengan jalan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan logam yang akan disambung.



Gambar 3.2 Mesin las

2. Gerinda Tangan

Gerinda tangan digunakan untuk mengikis besi dan merapikan besi dari sisa pengelasan sesuai yang diinginkan (gambar 3.3).



Gambar 3.3 Gerinda tangan

3. Sarung tangan

Menggunakan sarung tangan khusus las digunakan pada proses pengelasan adalah salah satu perlengkapan untuk menjaga keselamatan kerja (gambar 3.4).



Gambar 34 Sarung Tangan Las

4. Kaca mata khusus las

Kaca mata las digunakan untuk melindungi mata dari sinar las. Dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Kacamata Las

5. Jangka Sorong

Menggunakan jangka sorong dengan toleransi 0.2 mm. Digunakan untuk mengukur benda kerja (Gambar 3.6).



Gambar 3.6 Jangka sorong 0.02

6. *Hand Drill*

Mesin bor tangan adalah mesin bor yang pengoperasiannya dengan menggunakan tangan dan bentuknya mirip pistol. Mesin bor tangan biasanya digunakan untuk melubangi kayu, tembok maupun pelat logam. *Hand drill* tersedia dalam berbagai merk di pasaran.



Gambar 3.7 *Hand Drill*

7. Mesin Penekuk Besi

Mesin penekuk besi biasa digunakan menekuk besi untuk konstruksi bangunan. Cara kerja mesin ini menggunakan motor listrik sebagai pemutar diteruskan oleh transmisi untuk memutar bandul sebagai pembengkok besi.



Gambar 3.8 Mesin Penekuk Besi

3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam proses penelitian perbaikan mesin pengaduk dodol adalah sebagai berikut :

1. Plat besi

Pisau pengaduk dibuat menggunakan plat besi. Selain itu, plat besi juga digunakan sebagai bahan cover penutup bagian atas mesin. Plat besi yang digunakan berukuran 100 cm x 100 cm dengan ketebalan 5 mm.



Gambar 3.9 Plat besi

2. Besi beton

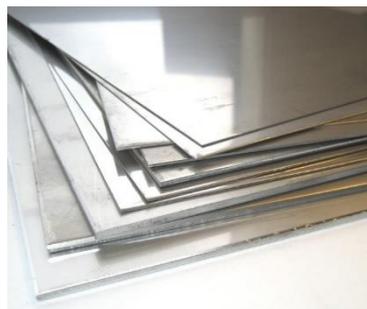
Besi beton biasa digunakan sebagai tulang atau rangka pada posisi bangunan. Pada penelitian ini besi beton yang digunakan berdiameter 30 mm dengan Panjang 20 cm sebagai penyangga *frame* pisau pengaduk.



Gambar 3.10 Besi Beton

3. *Stainless steel*

Pisau pengaduk hasil perbaikan menggunakan bahan *stainless steel*. Baja nirkarat atau baja tahan karat atau lebih dikenal dengan *stainless steel* adalah material yang mengandung senyawa besi dan setidaknya 10,5% Kromium untuk mencegah proses korosi (pengaratan logam). Kemampuan tahan karat diperoleh dari terbentuknya lapisan film oksida Kromium yang menghalangi proses oksidasi besi (Ferum).



Gambar 3.11 *Stainless steel*

4. Besi plat strip

Besi plat strip berukuran 4 cm x 1 cm dengan panjang 100 cm. besi ini ditekuk untuk mengikuti bentuk wajan yang nantinya digunakan sebagai tulang dari pisau pengaduk.



Gambar 3.12 Besi plat strip

3.4 Proses Pembuatan Dodol Jenang

Pada proses pembuatan dodol jenang terbagi menjadi tiga komposisi bahan utama yaitu tepung ketan, gula merah dan santan kelapa. Bahan tambahan yang biasa digunakan adalah garam, daun pandan, serta buah untuk menciptakan rasa gurih, aroma yang harum, dan memberi aneka rasa pada dodol jenang.

Prinsip pembuatan dodol meliputi pengolahan bahan dimulai dari persiapan bahan, pemotongan hingga pencampuran adonan (Idrus, 1994). Setelah adonan siap, pemasakan dilakukan dengan memasukkan santan kental beserta gula merah yang diaduk secara terus-menerus hingga tercampur rata. Proses pemasakannya memakan waktu 3-4 jam dengan suhu 80°C - 90°C sampai adonan mengeluarkan minyak dan mengental. Suhu sangat berpengaruh pada proses pemasakan dodol, apabila suhu berada dibawah 80°C, kualitas dodol tidak matang merata, dodol yang dihasilkan kurang baik dan adonan tidak kalis.

Apabila adonan gula merah dan santan sudah mengental, selanjutnya memasukkan adonan kedua yang terdiri dari campuran tepung ketan, tepung beras, dan santan cair. Proses pengadukan dilakukan selama 2-4 jam diaduk secara terus-menerus untuk mencegah adonan menggumpal dan tidak lengket hingga dodol kalis secara merata menandakan dodol sudah matang dan siap untuk di masukkan kedalam bejana.

3.5 Proses Pengujian Alat

Proses pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan uji coba alat dengan membuat dodol sebanyak tiga kali percobaan, yang pertama melakukan pengujian alat dengan menggunakan pisau pengaduk sebelum diperbaiki, pengujian dilakukan di Laboraturium Proses Produksi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Proses pengujian pertama membuat dodol jenang dengan kapasitas 20 kg, menggunakan kompor gas sebagai pemanas. Setelah adonan sudah siap, kemudian dimasukkan kedalam wajan untuk dilakukan pengadukan, setelah mesin dihidupkan pisau pengaduk akan bergerak malakukan pengadukan hingga dodol matang.

Proses pengujian yang kedua adalah membuat dodol buah salak menggunakan pisau pengaduk yang telah diperbaiki, pengujian dilakukan di Dusun Pulewulung, Kecamatan Turi, Sleman, Yogyakarta. Bekerja sama dengan UKM tempat pengolahan dodol salak, uji coba dilakukan dengan kapasitas 10 kg. pada pengujian dodol salak, cara pengujian yang dilakukan sama dengan proses pembuatan dodol jenang, perbedaan hanya terdapat pada bahan baku yang digunakan.

Pengujian ketiga dilakukan dengan membuat dodol jenang sebanyak 15 kg menggunakan pisau pengaduk yang sudah diperbaiki, proses pengujian dilakukan di Laboraturium Proses Produksi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia dengan didampingi oleh pengrajin dodol. Hasil pengujian akan dibahas pada bab selanjutnya.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Perancangan dan perbaikan mesin pengaduk dodol ini merupakan pengembangan dari permasalahan penelitian sebelumnya oleh (Kusnandar, 2017). Selanjutnya alat yang sudah ada dilakukan penyempurnaan sehingga alat ini bisa bekerja dengan maksimal.

Fokus perbaikan pada penelitian ini adalah pisau pengaduk (*blade*), kunci untuk mendapatkan kualitas dodol terbaik terletak pada proses pengadukan yang dimana pada komposisi dodol terdapat adonan dari tepung ketan yang karakteristiknya lengket dan mudah menggumpal jika tidak teraduk secara merata, maka dari itu desain pisau pengaduk (*blade*) yang baik sangat penting agar mesin pengaduk dodol ini dapat bekerja sebagaimana mestinya.

Tanpa mengabaikan faktor keamanan, untuk sampai ke proses perbaikan alat, desain tidak langsung dibuat dan direalisasikan, akan tetapi ada beberapa proses yang dilakukan sebelum alat di perbaiki dimana beberapa desain pisau pengaduk (*blade*) dari hasil studi literatur dan studi lapangan yang dilakukan, pisau pengaduk diuji dengan menggunakan *prototype* terlebih dahulu untuk mengurangi kegagalan dalam mendesain serta dapat melihat aliran yang dihasilkan untuk dibandingkan pisau pengaduk (*blade*) yang akan digunakan. Setelah mempelajari jenis-jenis pengaduk yang ada, dipilih beberapa jenis pengaduk yang biasa digunakan untuk pengadukan fluida berviskositas rendah. Beberapa pengaduk yang akan dibuat dalam bentuk *prototype* dibahas pada poin berikutnya.

4.1.1 Desain Pisau Pengaduk (*blade*) Pertama

Desain pisau pengaduk (*blade*) yang pertama terdiri dari tulang rangka besi dengan bentuk *paddle*. Desain seperti ini biasa digunakan pada proses pembuatan kue menggunakan *mixer*, terdapat beberapa mesin dodol sederhana yang ada di pasaran menggunakan pengaduk jenis ini. Untuk mengetahui kinerja dari pisau

pengaduk tersebut, oleh karena itu pengaduk jenis ini dipilih untuk dilakukan pengujian. Jenis pengaduk rangka besi dapat dilihat pada gambar 4.1:



Gambar 4.1 Pisau Pengaduk Rangka Besi

Uji *prototype* pisau pengaduk jenis rangka besi ini menggunakan media tepung yang memiliki karakteristik mirip dengan adonan dodol sebagai *fluida*. Untuk mempermudah melihat aliran yang dihasilkan, pada saat pengadukan, adonan diberi pewarna agar dapat terlihat aliran yang dihasilkan oleh pisau pengaduk ini. Berikut adalah gambar pada saat melakukan uji *prototype* pengaduk jenis rangka besi :



Gambar 4.2 uji *prototype* pengaduk jenis rangka besi

Setelah melakukan pengujian dengan pisau pengaduk ini, dengan mengamati setiap pergerakan adonan yang terjadi, terlihat adonan dapat tercampur dengan rata pada putaran tinggi. Apabila putaran pisau pengaduk rendah, adonan dapat tercampur membutuhkan waktu yang lebih lama. Pisau pengaduk jenis ini

tidak mampu menyapu adonan pada saat pisau berputar pada kecepatan rendah, terlihat adonan yang telah diberi pewarna hanya berputar pada permukaan adonan lainnya. Pada proses pengadukan dodol, putaran pisau pengaduk memiliki kecepatan sebesar 35-45 rpm agar pisau pengaduk dapat membolak-balik adonan secara merata. Setelah melihat beberapa kekurangan pada pengaduk jenis ini, maka pengaduk jenis ini kurang cocok untuk diaplikasikan pada penelitian ini.

4.1.2 Desain Pisau Pengaduk (*blade*) Kedua

Desain pisau pengaduk (*blade*) kedua adalah jenis *blade paddle* dengan daun pisau satu dan mengikuti bentuk dari permukaan wajan. Pisau pengaduk jenis ini mengkombinasikan dua jenis pengaduk, bentuk dari pisau pengaduk menggunakan jenis *paddle* (dayung), serta daun pisau pengaduk menggunakan *pitched blade turbine* dengan daun miring untuk menghasilkan reaksi aliran pada fluida. Dengan pengaduk jenis ini diharapkan dapat mengaduk adonan dodol secara optimal. Untuk lebih jelasnya, jenis *blade paddle* dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut ini :



Gambar 4.3 Pisau Pengaduk *Jenis blade paddle* daun satu

Proses pengujian yang dilakukan pada desain pengaduk yang kedua, sama dengan proses pengujian yang pertama. Menggunakan kecepatan serta fluida yang sama, hanya jenis pisau pengaduknya yang berbeda. Berikut gambar pada saat uji *prototype* :



Gambar 4.4 Uji *Prototype* Pisau Pengaduk jenis *blade paddle*

Setelah dilakukan pengujian, pengaduk jenis ini mampu menyapu adonan dari dasar wajan hingga ke bagian atas dinding wajan serta aliran yang dihasilkan dapat mencampur adonan secara merata meskipun dengan kecepatan rendah. Adonan yang tersapu oleh pisau pengaduk menimbulkan reaksi seperti gelombang yang memutar adonan dari atas ke bawah maupun sebaliknya. Akan tetapi, untuk mencapai satu putaran penuh dengan menggunakan satu buah daun pisau pengaduk, membutuhkan waktu beberapa saat untuk mencapai satu putaran penuh. Adonan yang tidak tersentuh oleh pisau pengaduk cenderung diam menunggu pisau pengaduk mencapai satu putaran penuh. Dalam aplikasinya, pisau pengaduk akan berputar pada wajan yang lebih besar berukuran 970 mm serta menggunakan suhu sebesar 80°C - 90°C dengan waktu pemasakan yang cukup lama. Sehingga terindikasi pada bagian adonan yang diam mengalami gosong. Untuk mengurangi kemungkinan adonan dodol menjadi gosong pada saat realisasinya nanti, maka pengaduk jenis ini tidak direalisasikan.

4.1.3 Desain Pisau Pengaduk (*blade*) Ketiga

Desain pisau pengaduk (*blade*) yang ketiga adalah *blade paddle* dengan daun pisau dua dan mengikuti bentuk dari permukaan wajan atau disebut dengan *pitched blade paddle*. Dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut ini :



Gambar 4.5 Pisau Pengaduk Jenis *pitched blade paddle* daun satu

Blade jenis ini hampir sama dengan desain kedua, dengan bentuk daun yang sama. Pengujian dilakukan dengan proses yang sama dengan pengujian sebelumnya. Proses pengujian pisau pengaduk jenis *pitched blade paddle* dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini :



Gambar 4. 6 Uji *prototype* pengaduk jenis *pitched blade paddle*

Pengaduk jenis ini mampu menyapu adonan dari dasar wajan hingga ke bagian atas dinding wajan, serta aliran yang dihasilkan dapat mencampur adonan secara merata, aliran yang dihasilkan seperti gelombang mampu membolak-balik adonan dodol. Kekurangan yang terjadi pada desain kedua yaitu mengenai adonan yang cenderung diam menunggu daun pisau mengaduk, dapat terselesaikan dengan adanya desain ketiga ini.

Setelah membandingkan hasil uji *prototype* dari tiga jenis pengaduk yang di uji. Pengaduk jenis *pitch blade paddle* berdaun dua memiliki kelebihan yang lebih baik dibandingkan dengan lainnya, permasalahan pada desain pertama dan

kedua dapat terselesaikan dengan desain pisau pengaduk yang ketiga ini. Melihat hasil uji *prototype* dan studi literatur yang dilakukan, pengaduk jenis ini akan direalisasikan pada proses perbaikan alat mesin pengaduk dodol ini dengan kemiringan daun 30° untuk menimbulkan reaksi aliran pada *fluida* yang diaduk serta membuat pisau pengaduk menjadi adaptif dengan perubahan sifat pada *fluida*. Diharapkan pengaduk jenis ini dapat bekerja secara optimal.

4.2 Hasil Pengujian Alat

Setelah alat pengaduk dodol diperbaiki, pengujian dilakukan dengan membuat dodol jenang kapasitas 15 kg serta dodol buah. Pada proses pembuatan dodol buah, buah yang digunakan adalah salak sebanyak 10 kg. Pembuatan dodol buah dimaksudkan untuk mengetahui apakah mesin pengaduk dodol ini dapat digunakan tidak hanya untuk dodol jenang tetapi juga dodol buah.

4.2.1 Hasil Pengujian Dodol Salak dan Dodol Jenang

Proses pembuatan dodol salak dilakukan bersama pihak UKM pengolahan salak di Dusun Pulewulung, Kecamatan Turi, Sleman, Yogyakarta. Bahan baku utama untuk dodol salak ini 90% terdiri dari buah salak dan sisanya adalah gula dan sedikit penyedap rasa. Secara manual, waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan dodol salak hampir sama dengan dodol jenang yaitu sekitar 6 jam.

Proses pembuatan dodol salak secara umum sama dengan dodol jenang, bahan baku utama dimasukan ke dalam wajan kemudian diaduk secara terus menerus. Akan tetapi, terdapat perbedaan utama antara dodol salak dan dodol jenang yaitu kandungan air pada adonan. Sejak awal, dodol jenang memiliki kandungan air yang sangat banyak dari santan, sedangkan dodol salak akan mengeluarkan air dari daging salak itu sendiri setelah dipanaskan di dalam wajan. Berikut adalah proses pembuatan dodol salak menggunakan mesin pengaduk dodol yang sudah diperbaiki, dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut ini :



Gambar 4.7 Proses pembuatan dodol salak

Pengadukan dodol salak berlangsung selama tiga jam, setelah itu proses dihentikan karena pisau pengaduk tidak bisa mencacah buah salak yang memiliki karakteristik yang cukup keras, serta adonan gosong akibat kandungan air dari salak tidak keluar secara optimal sehingga terjadi penguapan berlebihan membuat adonan menjadi cepat kering. Adonan yang dihasilkan hanya berupa selai. Hasil pengujian dengan dodol salak dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut :



Gambar 4.8 Hasil adonan dodol salak

Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa mesin pengaduk dodol ini tidak dapat berfungsi secara maksimal untuk membuat dodol buah. Perancangan mesin pengaduk dodol ini memang diperuntukkan untuk pengadukan. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan dodol jenang.

Proses pembuatan dodol jenang dilakukan di Laboratorium Proses Produksi Universitas Islam Indonesia dengan didampingi oleh pengrajin dodol. Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya mengenai proses pembuatan

dodol jenang, setelah semua bahan-bahan sudah siap, proses pengadukan adonan dimulai dengan memasukkan adonan pertama yaitu santan dan gula merah. Proses pemasakan membutuhkan waktu selama 3 jam hingga dapat mengental dengan proses tradisional, menggunakan alat ini membutuhkan waktu 1 jam 30 menit.



Gambar 4.9 Hasil pengadukan adonan pertama

Proses selanjutnya, adonan kedua yaitu santan cair dan tepung ketan dimasukkan ke dalam adonan pertama tanpa menghentikan pengadukan. Proses ini hanya membutuhkan waktu 2 jam hingga adonan tercampur secara merata. Adonan menjadi kalis dan menghasilkan warna coklat yang berarti proses pengadukan telah selesai.



Gambar 4.10 proses pemasakan dodol jenang

4.3 Komentar dan Saran Pengrajin Dodol Konvensional

Setelah melihat hasil pengujian dodol salak dan dodol jenang yang dilakukan, terdapat beberapa komentar dan saran dari pengrajin dodol untuk alat pengaduk dodol ini, yaitu sebagai berikut :

1. Proses pembuatan dodol salak
 - a. Mesin tidak dapat bekerja secara sempurna, diperlukan pisau pengaduk yang didesain khusus untuk dapat mencacah buah salak.
 - b. Untuk membuat dodol salak, putaran pisau pengaduk masih terlalu cepat yang mengakibatkan buah salak terlempar keatas wajan.
 - c. Pembuatan dodol salak menggunakan mesin ini dapat dilakukan dengan adonan dodol salak setengah matang.



Gambar 4.11 hasil pembuatan dodol jenang

2. Proses pembuatan dodol jenang
 - a. Dodol yang dihasilkan sudah matang secara merata dengan waktu pemasakan lebih cepat.
 - b. Ruang pemanas yang terbuka membuat api tertiuip angin dan suhu dari pemanas tidak stabil.
 - c. Standar material yang digunakan untuk produk makanan harus menggunakan material yang tidak mudah berkarat.



Gambar 4.12 hasil pembuatan dodol jenang

Harapan dari pelaku usaha dodol, dengan adanya mesin ini diharapkan dapat membantu pengrajin dodol yang memiliki modal kecil untuk mengembangkan usahanya serta mesin ini dapat terus dikembangkan dan mesin ini dapat diproduksi secara masal.

4.4 Analisis dan Pembahasan

Terdapat beberapa analisa dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini. Akan dijelaskan pada sub bab selanjutnya.

4.4.1 Analisis Rugi-Rugi Daya Akibat Gesekan

Untuk mengetahui daya yang berkurang akibat gesekan pada sistem tranmisi sabuk, maka perlu diketahui rugi-rugi daya total dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_{Rugi-rugi} = \frac{F \times D \times n}{126050} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$F = \frac{120 \times P}{V} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$V = \frac{\pi \times D \times n}{60000} \dots\dots\dots(4.3)$$

Dengan,

P = Daya (*watt*)

F = Gaya Keliling *Pulley* (kgf)

D = Diameter *Pulley* (mm)

n = kecepatan putar (rpm)

v = kecepatan keliling *pulley* (m/s)

Belt digunakan untuk mentransmisikan putaran dan daya dari suatu poros ke poros yang lain, *belt* menggunakan tipe V. nilai rugi-rugi dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :

d. Analisa pada *Pulley* 1 dan 2

Spesifikasi data diameter pulley dan v-belt

Diketahui :

Daya motor = 0.75 kw

Putaran pulley 1 (penggerak) = 1400 rpm

Diameter pulley 1 = 80.01 mm

Kecepatan keliling (V_p):

$$V_p = \frac{\pi \times D_1 \times n_1}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 80.01 \text{ mm} \times 1400 \text{ rpm}}{60000} = 5.86 \text{ m/s}$$

Gaya keliling (F):

$$F = \frac{102 \times P}{V_p} = \frac{102 \times 0.75 \text{ kW}}{5.86 \text{ m/s}} = 13,05 \text{ kgf}$$

Daya yang hilang akibat gesekan (p) :

$$P = \frac{F \times D \times n}{126050} = \frac{13,05 \times 80,01 \times 1400}{126050} = 11,6 \text{ watt} = 0,011 \text{ kw}$$

e. Analisa pada pulley 3 dan 4

Spesifikasi data diameter pulley dan v-belt

Diketahui :

Daya motor = 0.75 kw

Putaran pulley 3 (penggerak) = 639 rpm

Diameter pulley 3 = 80,1 mm

Kecepatan keliling (V_p):

$$V_p = \frac{\pi \times D_3 \times n_3}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 80.1mm \times 639.13 rpm}{60000} = 2.67 m/s$$

Gaya keliling (F):

$$F_{rate} = \frac{102 \times P}{V_p} = \frac{102 \times 0.75kW}{2.67 m/s} = 33.70kgf$$

Daya yang hilang akibat gesekan (p) :

$$P = \frac{F \times D \times n}{126050} = \frac{33,70 \times 80,1 \times 639}{126050} = 13,68 \text{ watt} = 0,0137 \text{ kw}$$

f. Analisa *pulley* 5 dan 6

Spesifikasi data diameter pulley dan v-belt

Diketahui :

Daya motor = 0.75 kw

Putaran pulley 5 (penggerak) = 143,80 rpm

Diameter pulley 5 = 80,1 mm

Kecepatan keliling (V_p):

$$V_{p1} = \frac{\pi \times D_5 \times n_5}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 80.1mm \times 143.80 rpm}{60000} = 0.60m/s$$

Gaya keliling (F):

$$F_{rate} = \frac{102 \times P}{V_p} = \frac{102 \times 0.75kW}{0.60 m/s} = 127.5kgf$$

Daya yang hilang akibat gesekan (p) :

$$P = \frac{F \times D \times n}{126050} = \frac{127,5 \times 80,1 \times 143,80}{126050} = 11,63 \text{ watt} = 0,0116 \text{ kw}$$

Untuk mengetahui daya output pada poros setelah terjadi rugi-rugi akibat gesekan pulley, dapat dilihat dibawah ini :

$$P_{output} = \text{daya input} - \text{daya rugi} - \text{rugi total}$$

$$P_{output} = 0,75 \text{ kw} - (0,0116 + 0,0137 + 0,0116) = 0,713 \text{ kw}$$

Besarnya daya rugi-rugi total akibat gesekan sebesar 0,037 kw, sehingga daya keluaran pada poros sebesar 0,713 kw. Dengan demikian daya keluaran dapat digunakan untuk menghitung torsi pada pengaduk.

4.4.2 Analisa Daya, Gaya, dan Torsi

Untuk memperoleh nilai daya, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = T \times \omega \dots\dots\dots(4.4)$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \dots\dots\dots(4.5)$$

Dengan,

P = Daya (watt)

T = Torsi (Nm)

ω = Omega (Rad/s)

n = kecepatan putar (rpm)

Persamaan 4.1 dan 4.2 dapat digunakan untuk mencari nilai torsi dengan persamaan sebagai berikut :

$$T = \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots(4.3)$$

$$T = \frac{P}{\frac{2\pi n}{60}} \dots\dots\dots(4.4)$$

$$T = \frac{60 \times P}{2\pi \times n} \dots\dots\dots(4.5)$$

Pada proses pembuatan dodol, terjadi penurunan kecepatan pada pisau pengaduk akibat perubahan sifat pada adonan. Sehingga untuk mencari torsi, kecepatan putar pengaduk (n) dibagi menjadi tiga berdasarkan waktu pengadukan yaitu jam ke-0 pengadukan, 1,5 jam pengadukan, dan 4 jam pengadukan. Perhitungan torsi yang dihasilkan pada setiap perubahan kecepatan putar dapat dilihat dibawah ini :

a. Torsi pada pengadukan jam ke-0

Diketahui :

$$\text{Daya output (P)} = 0,713 \text{ kw} = 713 \text{ watt}$$

$$\text{Kecepatan putar (n)} = 35 \text{ rpm}$$

$$\text{Panjang daun pengaduk (r)} = 0,33 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_0 &= \frac{60 \times P}{2\pi \times n} \\ &= \frac{60 \times 713}{2 \times 3,14 \times 35} \\ &= \frac{42780}{219,8} \\ &= 194,631 \text{ Nm} \end{aligned}$$

b. Torsi pada pengadukan jam ke-1,5

Diketahui :

$$\text{Daya output (P)} = 0,713 \text{ kw} = 713 \text{ watt}$$

$$\text{Kecepatan putar (n)} = 30 \text{ rpm}$$

$$\text{Panjang daun pengaduk (r)} = 0,33 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_{1,5} &= \frac{60 \times P}{2\pi \times n} \\ &= \frac{60 \times 713}{2 \times 3,14 \times 30} \\ &= \frac{42780}{188,4} \\ &= 227,070 \text{ Nm} \end{aligned}$$

c. Torsi pada pengadukan jam ke-4

Diketahui :

Daya *output* (P) = 0,713 kw = 713 watt

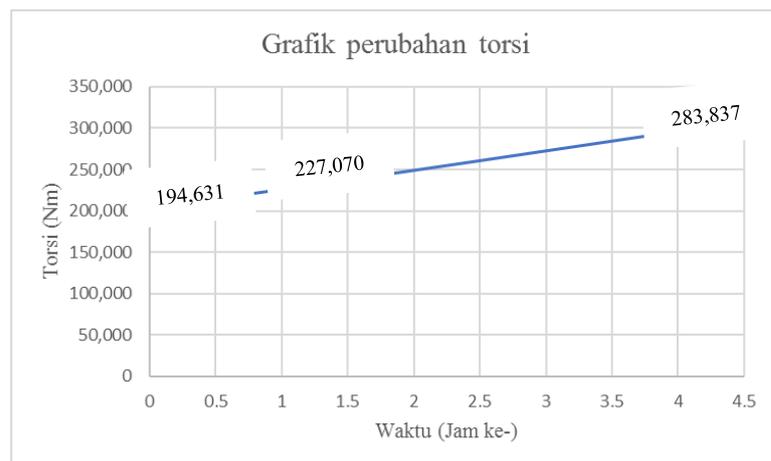
Kecepatan putar (n) = 24 rpm

Panjang daun pengaduk (r) = 0,33 m

Maka,

$$\begin{aligned} T_4 &= \frac{60 \times P}{2\pi \times N} \\ &= \frac{60 \times 713}{2 \times 3,14 \times 24} \\ &= \frac{42780}{150,72} \\ &= 283,837 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, terjadi peningkatan torsi dari awal pengadukan hingga akhir. Perubahan torsi akan ditampilkan pada gambar grafik dibawah ini :



Gambar 4.13 Grafik perubahan torsi

Berdasarkan gambar 4.13 diketahui bahwa pada saat melakukan pengadukan adonan pertama, torsi yang dihasilkan adalah sebesar 194,631 Nm. Setelah pengadukan selama 1 jam 30 menit, adonan mulai mengental dan torsi yang dihasilkan meningkat menjadi 227,070 Nm. Pengadukan adonan kedua dilakukan

dari jam ke-1,5 hingga adonan matang pada jam ke-4 dan terjadi peningkatan viskositas yang meningkatkan torsi menjadi 283,837 Nm.

Setelah mengetahui torsi yang dihasilkan, kemudian dianalisis gaya yang terjadi pada pisau pengaduk untuk masing-masing waktu pengadukan.

- a. Gaya yang dihasilkan pada kecepatan 35 rpm

Diketahui :

$$r = 0,33 \text{ m}$$

$$T_0 = 194,631 \text{ Nm}$$

Maka,

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{194,631 \text{ Nm}}{0,33 \text{ m}}$$

$$= 589,790 \text{ N}$$

- b. Gaya yang dihasilkan pada kecepatan 30 rpm

Diketahui :

$$r = 0,33 \text{ m}$$

$$T_{1,5} = 227,070 \text{ N}$$

Maka,

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{227,070 \text{ Nm}}{0,33 \text{ m}}$$

$$= 688,090 \text{ N}$$

- c. Gaya yang dihasilkan pada kecepatan 24 rpm

Diketahui :

$$r = 0,33 \text{ m}$$

$$T_4 = 283,837 \text{ Nm}$$

Maka,

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{283,837 \text{ Nm}}{0,33 \text{ m}}$$

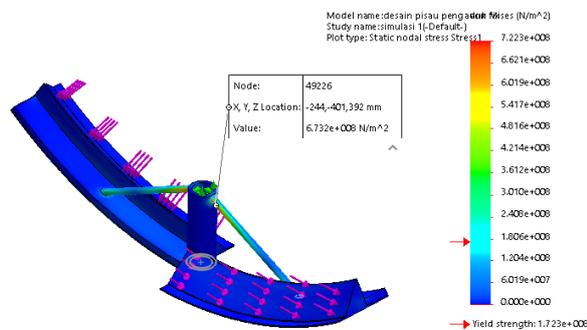
$$= 860,112 \text{ N}$$

4.4.3 Stress Analisis Pisau Pengaduk (*blade*)

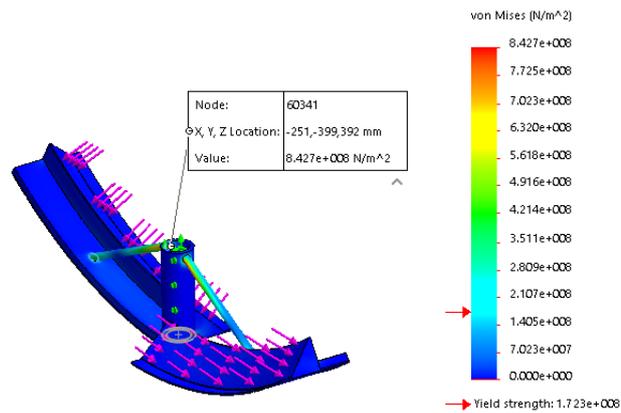
Analisis kekuatan pisau pengaduk menggunakan *software Inventor Professional 2015*. Pisau pengaduk yang didesain memiliki dua buah daun pisau, maka gaya yang dihasilkan oleh F dibagi menjadi dua. Pisau pengaduk dianalisis dengan tiga kecepatan putar yang berbeda. Dapat dilihat dibawah ini :

a. Von misses stress

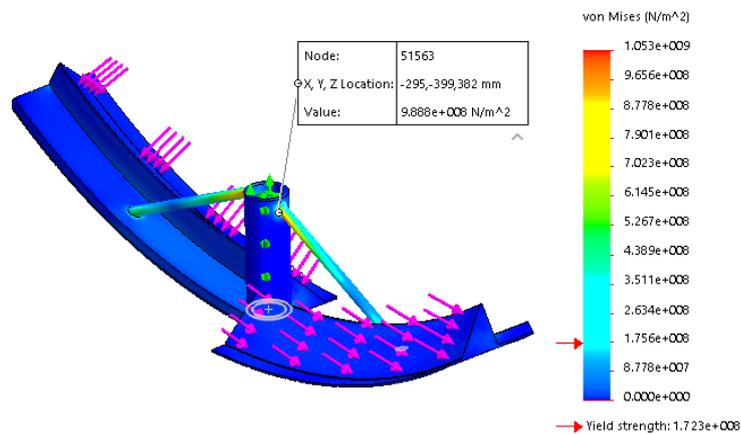
Berdasarkan hasil simulasi, pada kecepatan 35 rpm dengan torsi sebesar 194,631 Nm serta nilai $F = 294,895 \text{ N}$, diperoleh nilai maksimum sebesar 7,23 Mpa . Pada kecepatan 30 rpm dengan torsi sebesar 227,070 Nm serta nilai $F = 344,045 \text{ N}$, diperoleh nilai maksimum sebesar 8,427 Mpa. Sedangkan pada kecepatan 24 rpm dengan torsi sebesar 283,837 Nm serta nilai $F = 430,056 \text{ N}$ diperoleh nilai maksimum sebesar 10,53 Mpa. Dengan demikian, semakin kecil kecepatan putar menyebabkan torsi semakin besar serta nilai maksimum menjadi semakin besar akibat beban yang diterima. Titik kritis terjadi pada bagian rumah poros yang merupakan pusat putaran. Hasil simulasi diilustrasikan pada gambar 4.14.



(a) 35 rpm



(b) 30 rpm



(c) 24 rpm

Gambar 4.14 titik kritis pada pisau pengaduk

b. *Displacement*

Hasil utama dari analisis struktur menggunakan metode *Finite Element Analysis* adalah *deformation* atau *deplacement* (Setyono *et al*, 2016). Hasil simulasi menunjukkan total deformasi maksimum pada kecepatan 35 rpm adalah sejauh 0,317 mm, pada kecepatan 30 rpm sejauh 0,381 mm, dan pada kecepatan 24 rpm sejauh 0,478 mm. Semakin kecil nilai rpm menyebabkan torsi dan gaya yang terjadi semakin besar, sehingga nilai pergeseran pisau pengaduk menjadi semakin tinggi.

c. *Safety factor*

Safety factor menampilkan nilai tegangan tarik maksimum pada bahan yang digunakan, sehingga menjadi parameter penting untuk menentukan tingkat keamanan suatu model konstruksi. Pada saat kecepatan putar 35 rpm diperoleh nilai *safety factor* sebesar 7,31 ul, pada kecepatan putar 30 rpm sebesar 6.25 ul, dan pada kecepatan putar 24 rpm sebesar 3,41 ul. Semakin kecil nilai rpm menyebabkan nilai *safety factor* menurun. Namun, pada pengujian ini seluruh nilai *safety factor* berada di atas angka 2,00 ul yang berarti konstruksi pisau pengaduk tersebut aman digunakan untuk mengaduk adonan.

Hasil *Finite Element Analisis* yang dilakukan dengan simulasi menggunakan software *Autodesk Inventor Professional 2015* berdasarkan pengujian bahan adonan dodol sebanyak total 15 liter santan ditampilkan pada tabel 4-1.

Tabel 4-1 Hasil simulasi

Jam ke-	Kecepatan putar (rpm)	Torsi (Nm)	Von misses stress (Mpa)	Disflacement (mm)	Safety factor (ul)
0	35	203,557	7,23	0,317	7,31
1,5	30	237,484	8,427	0,381	6.25
4	24	296,811	10,23	0,478	5,01

Saat pertama melakukan pengadukan pada jem ke-0 kecepatan putar normal yaitu 35 rpm. Pengadukan dilakukan secara terus menerus selama 1,5 jam hingga adonan pertama mengental, pada saat itulah kecepatan putar menurun menjadi 30 rpm. Adonan kedua dicampurkan hingga kalis menjelang jam ke-4 pengadukan mulai melambat menjadi 24 rpm. Karakteristik adonan dodol berubah dari bahan cair hingga menjadi adonan yang kalis seiring waktu menyebabkan beban yang diterima pisau pengaduk bertambah sehingga torsinya menurun. Semakin menurunnya nilai torsi menyebabkan tegangan kritis dan *deplacement* maksimumnya meningkat serta *safety factor* dari konstruksi pisau pengaduk menurun.

4.5 Analisa perbandingan pisau pengaduk

Penelitian ini dilakukan tidak terlepas dari latar belakang permasalahan yang terjadi, beberapa masalah yang ditemukan mengakibatkan mesin tidak dapat bekerja secara maksimal. Berikut ini adalah data-data yang diperoleh dari hasil analisa pisau pengaduk sebelum perbaikan dan setelah dilakukan perbaikan.

4.5.1 Data teknis pisau pengaduk sebelum perbaikan

Data pisau pengaduk sebelum perbaikan diperoleh dari uji coba yang dilakukan. Proses pengujian dilakukan dengan cara membuat dodol jenang sebanyak 15 kg, proses pemasakan memakan waktu hingga 6 jam. Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, pisau pengaduk ini berjenis dayung (*paddle*) berdaun baling-baling (*propeller*) yang direkomendasikan untuk fluida berviskositas rendah dan menggunakan putaran tinggi. Proses pengujian alat menggunakan pisau pengaduk sebelum perbaikan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.11 Pisau pengaduk sebelum perbaikan

Hasil yang diperoleh setelah melakukan uji coba selama 6 jam akan disebutkan dibawah ini :

- a. Aliran yang dihasilkan hanya mendorong adonan menuju satu arah sehingga adonan tidak tercampur dengan baik.
- b. Jarak pisau pengaduk dari dasar wajan terlalu tinggi sehingga mengakibatkan adonan menggumpal dan gosong.
- c. Pada saat menuang adonan pertama, adonan terdorong oleh pisau pengaduk hingga keluar dari wajan.

- d. Daun pisau pengaduk yang memiliki diameter yang lebih panjang, membuat wajan sulit untuk dimiringkan karena terhalang bagian ujung dari daun pisau pengaduk.

4.5.2 Data teknis pisau pengaduk setelah perbaikan

Dari hasil pengujian menggunakan pisau pengaduk setelah diperbaiki, diperoleh beberapa data yang dihasilkan. Desain pisau pengaduk yang diperbaiki merupakan hasil dari studi literatur dan studi lapangan serta beberapa uji coba yang dilakukan, proses pengujian dilakukan selama 4 jam hingga dodol matang dengan kapasitas produksi sebanyak 15 kg. Proses pengujian menggunakan pisau pengaduk setelah diperbaiki dapat dilihat pada gambar 4.16 dibawah ini.



Gambar 4.12 Pengujian pisau pengaduk sesudah perbaikan

Hasil yang diperoleh dari pengujian selama 4 jam adalah sebagai berikut :

- a. Terjadi aliran dari dasar wajan menuju ke atas menabrak daun pengaduk kemudian mengalir kembali ke arah bawah sehingga menyebabkan adonan lebih cepat tercampur dengan merata.
- b. Pisau pengaduk mampu beradaptasi dengan kondisi adonan yang viskositasnya berubah dari adonan cair menjadi adonan kental.
- c. Pisau pengaduk mampu mengeruk adonan hingga kedasar wajan.
- d. Saat penuangan adonan pertama, adonan tidak terdorong keluar wajan oleh pisau pengaduk.
- e. Dengan desain daun pisau yang lebih kecil, wajan dapat dimiringkan dengan mudah pada saat penuangan.

Tabel 4-2 Perbandingan teknis pisau pengaduk sebelum dan sesudah perbaikan

No	Sebelum perbaikan	Sesudah perbaikan
1	Adonan dodol hanya terdorong ke satu arah	Adonan teraduk secara merata dan adaptif hingga dodol matang
2	Adonan dodol gosong di dasar wajan	Adonan teraduk hingga kedasar wajan
3	Adonan dodol tumpah saat penuangan pertama	Adonan tidak tumpah ketika penuangan pertama
4	Daun pisau pengaduk menabrak wajan saat penuangan	Wajan lebih mudah dimiringkan

Dari tabel perbandingan diatas, pisau pengaduk setelah dilakukan perbaikan dapat menyelesaikan semua masalah yang ada pada pisau pengaduk sebelum diperbaiki.

4.6 Analisa perbandingan dengan mesin pengaduk di pasaran

Analisa dan perbandingan mesin pengaduk dodol dilakukan untuk mengetahui keunggulan serta perbedaan dari masing-masing mesin pengaduk dodol yang ada dipasaran dan mesin pengaduk dodol yang berhasil dibuat.

4.6.1 Mesin pengaduk dodol yang sudah ada dipasaran

Pengolahan dodol menggunakan mesin pengaduk dodol sebenarnya bukanlah hal baru dalam dunia industri makanan di indonesia. Alat pengaduk dodol sudah cukup lama dikenal masyarakat, ada beberapa alat pengaduk dodol yang banyak dijumpai dipasaran beserta data teknis alat dapat dilihat di bawah ini :

a. Mesin pengaduk dodol K10

Mesin ini menggunakan wajan berbentuk silinder sebagai bejana. Sistem kerja mesin ini menggunakan sistem *double jacket* sebagai penghantar panas ke bagian atas wajan, alat ini menggunakan motor listrik sebagai penggerak untuk diteruskan ke sistem transmisi kemudian akan memutar pisau pengaduk.



Gambar 4.13 Mesin pengaduk dodol K10

Berikut spesifikasi mesin pengaduk dodol K10 :

- a. Kapasitas produksi 10 kg / proses.
- b. Waktu pengerjaan \pm 6 jam.
- c. Dimensi 50 cm x 45 cm x 70 cm.
- d. Dikerjakan oleh 1 operator.
- e. Daya 1 HP.
- f. Wajan menggunakan double jacket.
- g. Pemanas menggunakan kompor gas LPG.
- h. Penggerak motor listrik AC 220 volt 1 fase.
- i. Bahan material *stainless steel* anti karat.
- j. Rangka mesin besi siku.
- k. Harga jual \pm Rp. 9 Juta.

b. Mesin pengaduk dodol CV. Mesin Usaha

Mesin ini berfungsi untuk menggoreng serta mengaduk selai dan dodol. Sistem kerja alat ini tidak jauh berbeda dengan sistem-sistem yang ada pada pengaduk dodol yang lainnya. Berikut ini adalah gambar mesin pengaduk dodol Mesin usaha yang ada dipasaran :



Gambar 4.14 Mesin pengaduk dodol mesin usaha

Berikut ini adalah spesifikasi mesin pengaduk dodol mesin usaha :

- a. Operator 1 orang.
- b. Penggerak motor listrik 650 watt.
- c. Kapasitas produksi 10 kg / proses.
- d. Waktu pengerjaan \pm 6 jam.
- e. Dimensi 100 cm x 65 cm x 145 cm.
- f. Wajan menggunakan kuali.
- g. Kecepatan putar 39 rpm.
- h. Pemanas menggunakan kompor khusus.
- i. Bahan material *stainless steel* anti karat.
- j. Rangka mesin menggunakan besi.
- k. Harga jual \pm Rp. 10 Juta.

4.6.2 Mesin Pengaduk Dodol yang Berhasil dibuat

Mesin ini berfungsi untuk mengaduk dodol jenang, penggerak utama menggunakan motor listrik 1 fase dengan kecepatan putar yang diterima pengaduk sebesar 35 rpm. Dilengkapi dengan *cover* untuk mencegah debu jatuh dari atas, serta pengunci wajan untuk memudahkan operator pada saat proses penuangan adonan maupun pada saat membersihkan wajan. Spesifikasi mesin pengaduk dodol yang berhasil dibuat dapat dilihat dibawah ini :

- a. Operator 1 orang.
- b. Penggerak motor listrik 1 fase.
- c. Kecepatan putar 35 rpm.

- d. Kapasitas produksi 20 kg adonan.
- e. Waktu produksi \pm 4 jam.
- f. Dimensi 120 cm x 120 cm x 150 cm.
- g. Pemanas menggunakan kompor gas dan kayu bakar.
- h. Memiliki sistem penuangan adonan.

Tabel perbandingan mesin pengaduk yang sudah ada dipasaran dan alat yang sudah berhasil dibuat dapat dilihat pada tabel 4-3 dibawah ini.

Tabel 4-3 Tabel perbandingan data teknis mesin pengaduk dodol

No	Data Teknis	Mesin pengaduk dodol		
		K10	CV. Mesin Usaha	Penelitian ini
1	Operator	1 orang	1 orang	1 orang
2	Kapasitas dodol	10 kg	10 kg	15 kg
3	Kecapatan putar	-	39 rpm	35 rpm
4	Dimensi	50 cm x 45 cm x 70 cm	100 cm x 65 cm x 145 cm	120 cm x 120 cm x 150 cm
5	Bejana	Tabung silinder <i>double jacket</i>	Wajan	Wajan
6	Pemanas	Kompor LPG	Kompor LPG	Kompor LPG atau Kayu bakar
7	Waktu produksi	6 jam / 10 kg	6 Jam / 10 kg	4 Jam / 15 kg
8	Harga jual mesin	Rp 9 juta	Rp 10 juta	N/a
9	Sistem penuangan	-	-	Menggunakan tuas penuang

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

3. Jenis pisau pengaduk adalah *pitched blade paddle* dengan dua buah daun pengaduk yang memiliki sudut kemiringan 30° menghasilkan aliran membentuk gelombang sehingga adonan dapat teraduk secara merata serta kerak di dasar wajan dapat dihindari.
4. Bentuk pisau pengaduk yang mengikuti permukaan dinding wajan dengan *clearance* sebesar 2 mm, wajan lebih mudah dimiringkan serta dilengkapi tuas pengunci sehingga mempermudah proses penuangan adonan oleh satu orang operator.
5. Mesin pengaduk dodol hanya dapat digunakan untuk pengadukan adonan berviskositas tinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian dan hasil yang telah diperoleh, penulis memberikan beberapa saran untuk :

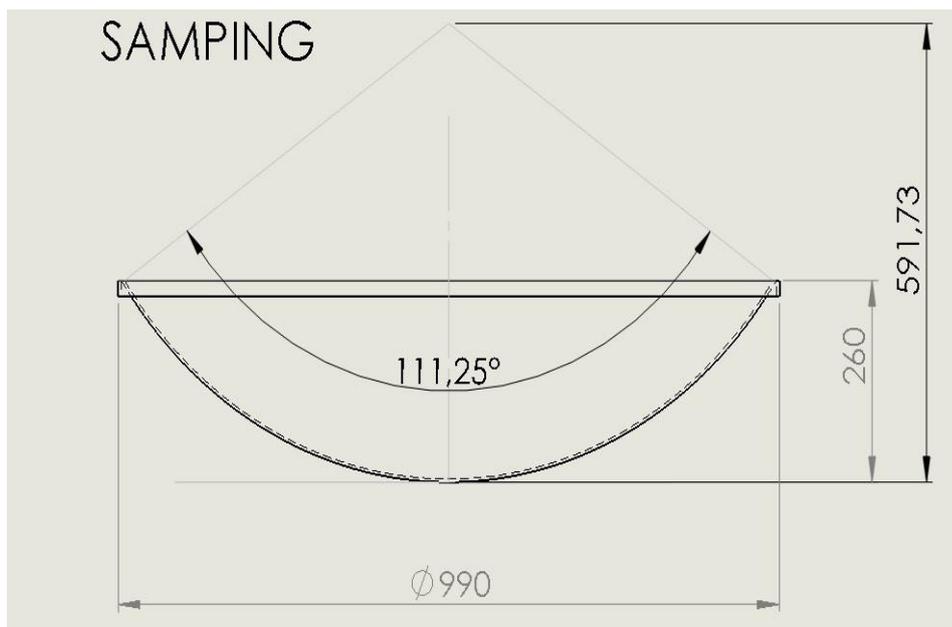
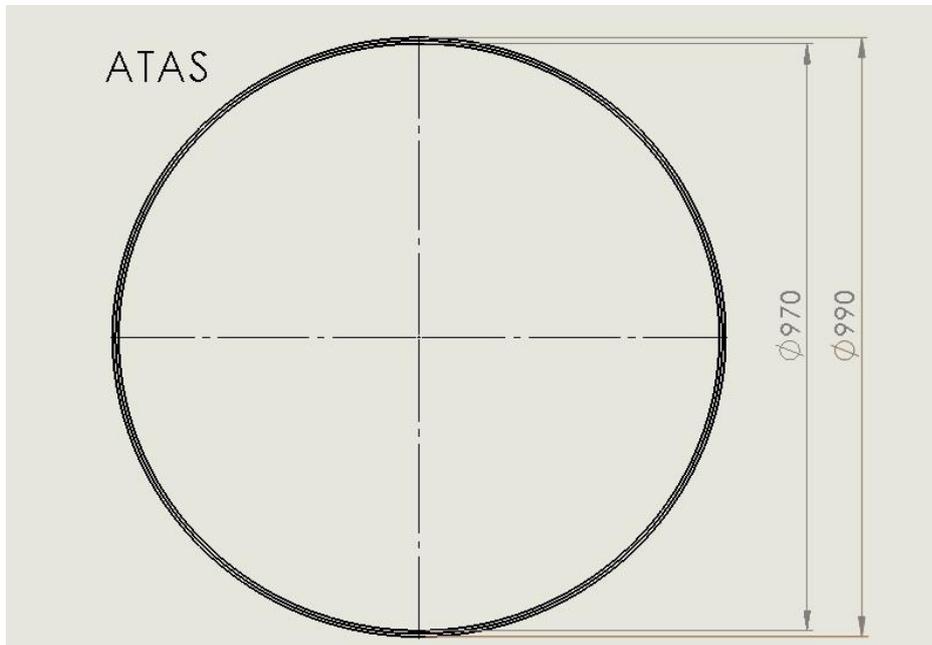
1. Wajan yang digunakan saat ini menggunakan material yang mudah terkena karat, penelitian berikutnya diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut.
2. Sistem pemanas diberi penutup agar api tidak tertiup angin dan uap panas tidak menguap keluar dari ruang pemanas.
3. Pada pisau pengaduk ditambahkan pisau pengaduk kecil untuk menurunkan adonan yang terlempar keatas wajan.

DAFTAR PUSTAKA

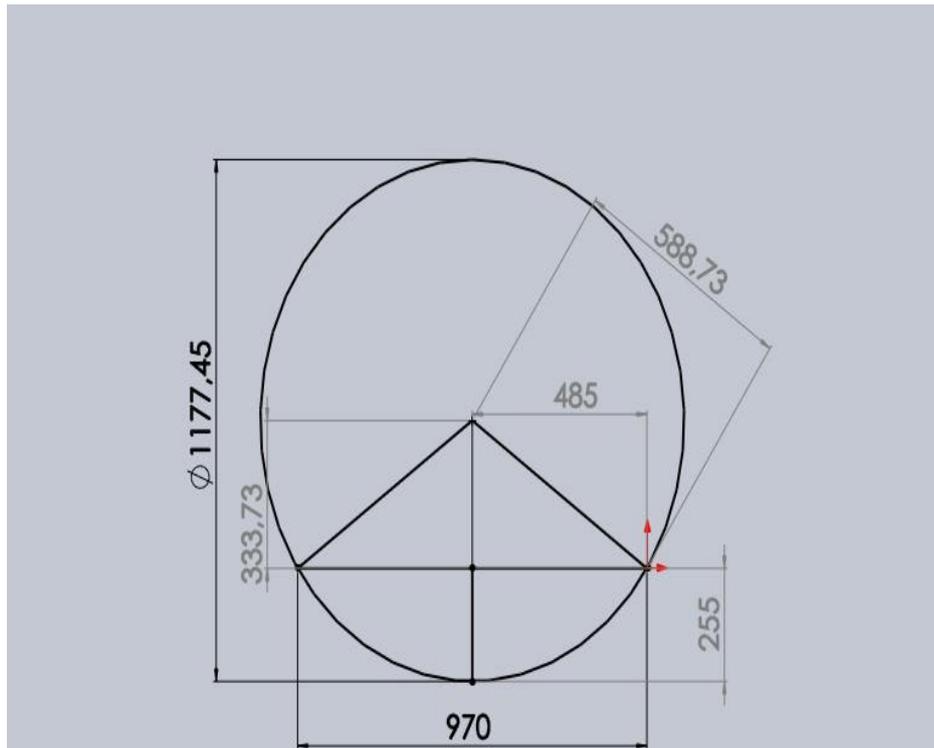
- Basyarudin, E. A. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Cabe, M. 1985. *Unit Operation of Chemical Engineering Jilid 2*. New York: Mc Graw Hill Book Company.
- Fellows, P. 1988. *Food Processing Technology*. New York : Ellis
- Ghifari, R. A. 2017. *Optimasi Ketebalan Serat Komposit Pada Tabung COPV*. Bandung : Thesis Fakultas Teknik Universitas Pasundan
- Ilma, N. 2012. *Studi Pembuatan Dodol buah dengan*. Makassar : Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- Indonesia, S. N. 1992. *Standar Nasional Olahan Dodol*. [online]. (<http://www.bsn.go.id/>, diakses tanggal 19 Desember 2017)
- Kars-Jordan dan Hiltunen. 2007. *Agitation Handbook*. Stockholm [SWD] : KTH Industrial Engineering and Management.
- Kusnandar, M. F. 2017. *Mesin Pengaduk Dodol Semi Otomatis Kapasitas 30 kg*. Yogyakarta : Skripsi Fakultas Teknik Universitas Islam Indonesia.
- Maryati, S. 1991. *Pembuatan Dodol Tape Sukun dalam Usaha Diversifikasi Produk Olahan Sukun*. Sulawesi Utara : Universitas Negeri Gorontalo.
- Muhardani, S. 2014. *Rancang Bangun Mesin Pengaduk Dodol*. Sumatera Utara : Politeknik Negeri Medan.
- Nababan. 2005. *Mesin Pengupas Kulit Kacang Tanah Kapasitas 2500 buah/jam*. Sumatera Utara : Politeknik Negeri Medan.
- Pietranski, J. F. 2002. *Mechanical Agitator Power Requirements for Liquid Batches*. PDHOnline Course K103.
- Purwanto, D. 2008. *Pengaruh Desain Impeller, Baffl Ve, dan Kecepatan Putar pada Proses Isolasi Minyak Kelapa Murni Dengan Metode Pengadukan*. Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi IST Akprind.
- Ardiansyah, R., Hasanah, R. N., & Wijono. 2013. *Perancangan dan Pembuatan Alat Pengaduk Adonan Dodol dengan Kecepatan Konstan dan Torsi Adaptif*, 1(4), 1–6.
- Rumah, M. 2017. *Mesin Pengaduk Dodol Aneka Bahan*. [online]. (<https://www.rumahmesin.com/produk/mesin-pengaduk-dodol-aneka-bahan>, diakses tanggal 23 Januari 2018).
- Stolk dan Kross. 1993. *Elemen Mesin: Elemen Kontruksi dari Bangunan Mesin*. Jakarta: Erlangga .
- Sularso dan Suga. 2004. *Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Tamami, Y. 2017. *Analisa hasil pengadukan mesin pengaduk dodol dan jenang*. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Usaha, T. M. 2017. *Mesin Pnegaduk Dodol Selai Mesin Serbaguna* [online]. (https://www.tokomesin.com/Mesin_Pengaduk_Dodol_Mesin_Pengaduk_Selai_Mesin_Mixer_Serbaguna.html, diakses tanggal 23 Januari 2018).

LAMPIRAN

UKURAN UTAMA DARI WAJAN PENGADUK DODOL



WAJAN BAGIAN DALAM



DESAIN BLADE

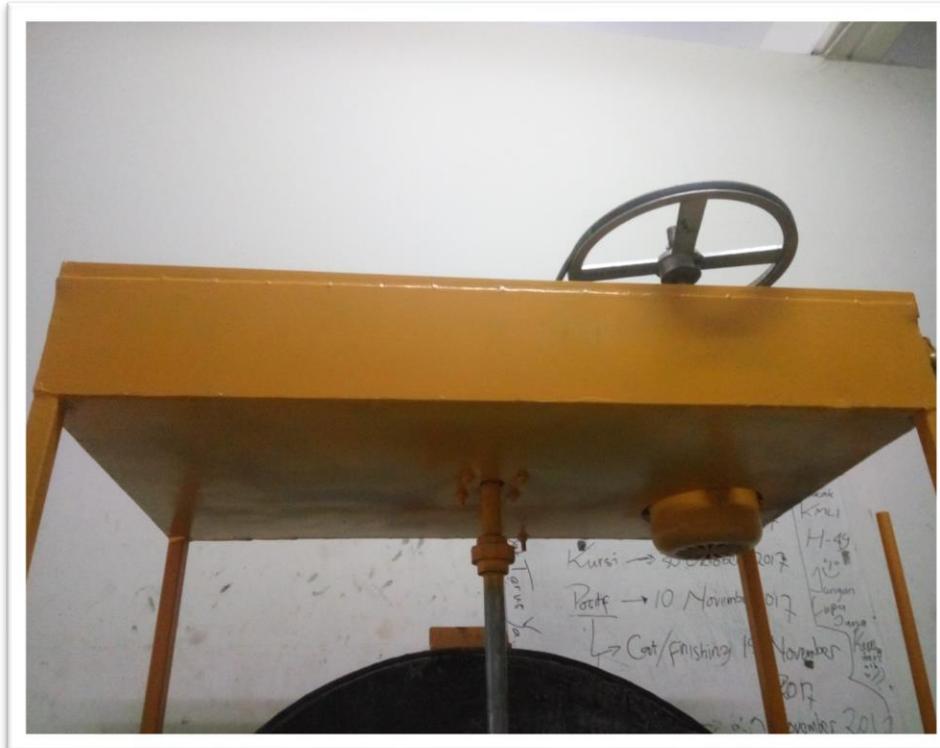


Perbaikan Yang dilakukan :

Pisau Pengaduk



Cover Transmisi



Tuas Pengunci penuangan



Pengaduan Masyarakat

