



**PERANCANGAN MESIN PEMBUAT BUBUR KERTAS  
KAPASITAS 900 LITER/JAM MENGGUNAKAN  
METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT***

**Skripsi**

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Program Studi Teknik Mesin**

**Oleh**

**Ikhsan Wahyu Pamungkas**

**NIM.5212416036**

**TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2020**



**PERANCANGAN MESIN PEMBUAT BUBUR KERTAS  
KAPASITAS 900 LITER/JAM MENGGUNAKAN  
METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT***

**Skripsi**

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Program Studi Teknik Mesin**

**Oleh**

**Ikhsan Wahyu Pamungkas**

**NIM.5212416036**

**TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2020**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Ikhsan Wahyu Pamungkas

NIM : 5212416036

Program Studi : Teknik Mesin

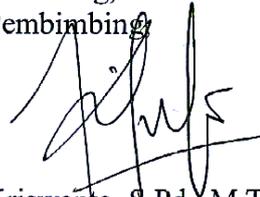
Judul : Perancangan Mesin Pembuat Bubur Kertas Kapasitas 900

Liter/Jam Menggunakan Metode *Quality Function Deployment*

Skripsi/TA ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan ke sidang panitia ujian Skripsi/TA Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 22 Juli 2020

Pembimbing



Kriswanto, S.Pd., M.T.

NIP 198609032015041001

## PENGESAHAN

Skripsi/TA dengan judul Perancangan Mesin Pembuat Bubur Kertas Kapasitas 900 Liter/Jam Menggunakan Metode *Quality Function Deployment* telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi/TA Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 03 Agustus 2020.

Oleh

Nama : Ikhsan Wahyu Pamungkas

NIM : 5212416036

Program Studi : Teknik Mesin

Panitia

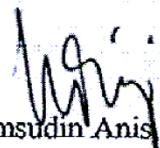
Ketua



Rusiyanto, S.Pd., M.T.

NIP 197403211999031002

Sekretaris



Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph.D.

NIP 197601012003121002

Penguji 1



Danang Dwi Saputra, S.T., M.T.

NIP 197811052005011001

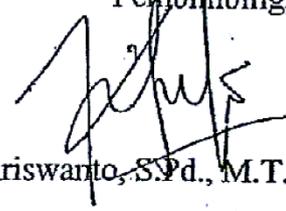
Penguji 2



Ahmad Roziqin, S.Pd., M.Pd.

NIP 198704192014041002

Pembimbing,



Kriswanto, S.Pd., M.T.

NIP 198609032015041001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qudus, M.T., IPM

NIP 1969113019944031001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doctor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak manapun, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasi pihak lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi ini.

Semarang, 22 Juli 2020

Yang membuat pernyataan



Ikhsan Wahyu Pamungkas

NIM 5212416036

## RINGKASAN

**Ikhsan Wahyu Pamungkas. 2020.** Perancangan Mesin Pembuat Bubur Kertas Kapasitas 900 Liter/Jam Menggunakan Metode *Quality Function Deployment*.  
Kriswanto, S.Pd., M.T. Teknik Mesin. Fakultas Teknik.

Kertas merupakan media yang terbuat dari serat pepohonan, semakin tinggi angka kebutuhan kertas dapat mengakibatkan kerusakan alam. Sehingga perludanya langkah 5R untuk mengurangi kerusakan lingkungan. Tujuan dari perancangan ini untuk mendapatkan konsep rancangan mesin pembuat bubur kertas, medapatkan rancangan mesin sesuai keinginan pengguna dan mendapatkan analisi *mockup* dari desain mesin pembuat bubur kertas.

Proses perancangan mesin pembuat bubur kertas menggunakan metode perancangan *French* dan QFD. Metode perancangan QFD digunakan untuk mendapatkan rancangan konsep produk sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode perancangan *French* digunakan untuk proses *embodiment* dan memunculkan gambar kerja dan *Bill of Material*.

Setelah proses pengolahan daftar kebutuhan didapatkan rancangan konsep, tranmisi menggunakan *pulley* dan *v-belt*, poros pengaduk terdiri ulir helik dan pisau *rotary*, pengambilan bubur kertas melalui saluran. Persyaratan teknis didapatkan, lebar mesin  $\leq$ lebar 1 daun pintu, ketinggian mesin sesuai ergonomic, penggerak motor listrik, sambungan mur dan baut, menggunakan satu tombol, menggunakan saluran pembuangan, komponen mudah ditemukan, mudah perawatan dan perakitan, mampu produksi kertas HVS, kardus, koran dan leaflet, poros pengaduk mampu mengaduk dan menghasilkan bubur kertas dengan cepat, rangka, tabung dan poros pengaduk menggunakan material kuat, ringan dan anti karat. Analisis *mockup* didapatkan rancangan mesin mudah dalam proses perakitan, dan tidak membutuhkan peralatan khusus dalam proses perakitan mesin.

KATA KUNCI: *perancangan, mesin pembuat bubur kertas, QFD, French, inventor*

## PRAKATA

Puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT yang telah memberi kita taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi/TA yang berjudul Perancangan Mesin Pembuat Bubur Kertas Kapasitas 900 Liter/Jam Menggunakan Metode *Quality Function Deployment*. Skripsi/TA disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang. Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikain ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Bapak Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik, Bapak Rusiyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin, Bapak Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph.D., Koordinator Program Studi Teknik Mesin, atas fasilitas yang disediakan untuk mahasiswa dalam melakukan penelitian.
3. Bapak Kriswanto, S.Pd., M.T. selaku Pembimbing yang penuh perhatian dan berkenan memberi bimbingan serta dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan menunjukkan sumber-sumber yang relevan dalam penulisan skripsi.
4. Bapak Danang Dwi Saputra, S.T., M.T. dan Bapak Ahmad Roziqin, S.Pd., M.Pd. selaku Penguji yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
5. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNNES yang telah memberikan bekal pengetahuan yang berharga.
6. Bapak, Ibu dan Kakak, serta berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga Skripsi/TA ini dapat bermanfaat.

Semarang, 22 Juli 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR BERLOGO .....	ii
JUDUL DALAM.....	iii
PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
RINGKASAN.....	v
PRAKATA .....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikas Masalah .....	8
1.3. Batasan Masalah.....	8
1.4. Rumusan Masalah .....	9
1.5. Tujuan Penelitian .....	9
1.6. Manfaat Penelitian .....	10
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>11</b>
2.1. Kajian Pustaka .....	11
2.2. Landasan Teori.....	14
2.2.1 Perancangan .....	14
2.2.2 Model Perancangan Deskriptif <i>FRENCH</i> .....	15
2.2.3 <i>Quality Function Dployment</i> (QFD) .....	16
2.2.7.1 Mengidentifikasi kebutuhan pengguna .....	17
2.2.7.2 Menentukan tingkat kepentingan relatif dari atribut-atribut... 17	
2.2.7.3 Mengevaluasi atribut-atribut produk pesaing .....	18
2.2.7.4 Rumah Kualitas (HoQ) .....	18

2.2.4	<i>Software Inventor 2015</i> .....	19
2.2.5	Elemen Mesin .....	20
2.2.9.1	Mur dan Baut .....	20
2.2.9.2	Sambungan Las .....	21
2.2.9.3	<i>Pulley dan V-belt</i> .....	23
2.2.9.4	<i>Bearing (Laher)</i> .....	25
2.2.9.5	Poros .....	26
2.2.6	<i>Center Gravity</i> .....	27
2.2.7	<i>Safety Factor</i> .....	28
<b>BAB III METODE PERANCANGAN</b> .....		<b>29</b>
3.1.	Model Perancangan .....	29
3.2.	Prosedur Perancangan .....	29
3.3.	Waktu dan Tempat Perancangan .....	33
3.3.1.	Waktu Perancangan .....	33
3.3.2.	Tempat Perancangan .....	33
3.4.	Alat dan Bahan Perancangan .....	34
3.5.	Validasi Hasil Perancangan .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		<b>36</b>
4.1.	Hasil Perancangan.....	36
4.1.1	Analisis Kebutuhan Pengguna .....	36
4.1.2	Tingkat Kepentingan Mesin Pembuat Bubur Kertas .....	37
4.1.3	Evaluasi Atribut Produk Pesaing .....	38
4.1.4	Rumah Kualitas (HoQ) .....	39
4.1.5	Matriks Morfologi .....	44
4.1.6	Perancangan Konsep Produk .....	46
4.1.7	Pemilihan Konsep Produk .....	49
4.1.8	Perancangan Produk.....	51
4.1.9	Perancangan Elemen Mesin.....	59
4.1.10	Analisis <i>Mockup</i> .....	62
4.1.11	<i>Bill of Material</i> .....	72
4.2.	Validasi Hasil Rancangan .....	75
4.2.1	Validasi Persyaratan Teknis Perancangan Oleh Pengguna.....	75

4.2.2	Validasi Hasil Rancangan Oleh Pakar Desain .....	76
4.2.3	Validasi Rancangan Oleh Tenaga LAB Teknik Mesin UNNES	76
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>78</b>
5.1.	Kesimpulan .....	78
5.2.	Saran .....	79
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>80</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>82</b>

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol dan Singkatan	Keterangan	Satuan	Hal. Pertamakali digunakan
A	Luas penampang	$m^2$	27
C	Jarak sumbu poros	mm	29
dc	Diameter <i>core</i>		25
$D_p$	Diameter <i>pulley</i> poros pengaduk	Inch (mm)	28
$d_p$	Diameter <i>pulley</i> penggerak	Inch (mm)	28
$d_s$	Diameter poros	mm	31
ECU	<i>Electronic Control Unit</i>		15
F	Gaya	N	27
$F_c$	Factor koreksi		26
g	Gravitasi	$m/s^2$	27
GSM	Gramatur kertas		4
HoQ	<i>House of Quality</i>		14
Hp	<i>Horse power</i>		7
J	Moment kedua dari luas bagian tentang polar		31
L	Panjang keliling sabuk	mm	25
m	Massa	kg	27
n	Jumlah putaran	Rpm	25
$n_b$	Jumlah baut		23
$n_1$	Jumlah putaran poros motor penggerak	Rpm	28
$n_2$	Jumlah putaran poros <i>pulper</i>	Rpm	28
$n_{sb}$	Kecepatan putaran pisau	Rpm	30
$n_{sc}$	Kecepatan putaran poros pengaduk	Rpm	30

P	Daya	Watt	27
Pd	Daya rencana	Watt	26
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>		8
RPM	Radian permenit		7
S	Jarak	m	27
s	Frekuensi	sekon	27
sf	<i>Safety factor</i>		32
T	Torsi	Nmm	31
UU	Undang-undang		2
UKM	Usaha kecil menengah		5
$v$	Kecepatan keliing	m/s	25
W	Massa	kg	25
$w_{b1}$	Beban sambungan <i>butt joint</i>	N	27
Wb	Beban <i>bearing</i>	N	30
$W_{bb1}$	Beban bearing $\varnothing 20 \text{ mm}$	N	32
$W_{bb2}$	Beban bearing $\varnothing 25 \text{ mm}$	N	32
$W_{bb3}$	Beban bearing $\varnothing 25 \text{ mm}$	N	32
$W_s$	Beban geser baut		25
$W_{scr}$	Beban <i>scrw</i>	N	32
wt	Beban tarik	N	25
Wte	Beban tarik ekuivalen		25
$W_{f1}$	Beban baut pengunci	N	32
$W_{fram}$	Beban <i>pulper</i>		32
$W_{tube}$	Beban tabung	N	30
$W_{p11}$	Beban <i>pulley</i> penggerak	N	32
$W_{p12}$	Beban <i>pulley</i> yang digerakkan		32

---

---

$W_{\text{plat}}$	Beban plat		32
$W_m$	Beban motor penggerak		32
$\sigma_t$	Tegangan tarik	MPa	25
$\omega$	Kecepatan sudut	m/s	27
$\eta$	Efisiensi motor		27
$\tau_{gs}$	Tegangan geser	Nm	31
$\theta$	Sudut kontak	Rad	24

---

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data atribut mesin pembuat bubur kertas yang diinginkan pengguna .	36
Tabel 4. 2 Tingkat kepentingan mesin pembuat bubur kertas.....	37
Tabel 4. 3 Evaluasi atribut produk pesaing .....	38
Tabel 4. 4 Matrik morfologi mesin pembuat bubur kertas.....	45
Tabel 4. 5 Matrik keputusan dasar konsep mesin pulper .....	50
Tabel 4. 6 Spesifikasi beban sambungan baut.....	59
Tabel 4. 8 Perhitungan poros.....	60
Tabel 4. 9 Sambungan las .....	61
Tabel 4. 10 Spesifikasi komponen mesin.....	73
Tabel 4. 11 Hasil validasi desain .....	77

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 mesin pulper merek leizhan.....	5
Gambar 1. 2 mesin blender .....	5
Gambar 1. 3 mesin bubur kertas buatan lokal .....	6
Gambar 2. 3 diagram alir metode perancangan French .....	16
Gambar 2. 4 diagram HoQ .....	19
Gambar 2. 5 pembebanan baut eksentris.....	21
Gambar 2. 6 sambungan las Lap Joint .....	22
Gambar 2. 7 sambungan las But Joint .....	22
Gambar 2. 8 jenis-jenis sambungan las.....	22
Gambar 2. 9 <i>pulley</i> .....	23
Gambar 2. 10 jenis-jensi ukuran <i>pulley</i> .....	24
Gambar 2. 11 menghitung panjang sabuk.....	25
Gambar 2. 12 Bearing .....	26
Gambar 2. 13 Poros .....	26
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian .....	30
Gambar 4. 1 (A) mesin blender pesaing 1, (B) mesin pembuat bubur kertas buatan lokal pesaing 2, mesin pembuat bubur kertas leizhan pesaing 3.....	39
Gambar 4. 2 Diagram rumah kualitas (HOQ) .....	41
Gambar 4. 3 Blok fungsi mesin pembuat bubur kertas.....	44
Gambar 4. 4 Sket konsep produk pertama .....	46
Gambar 4. 5 Sket Konsep Produk Kedua.....	47
Gambar 4. 6 Sket konsep produk ketiga .....	48
Gambar 4. 7 Konsep produk keempat.....	49
Gambar 4. 8 Motor listrik 15 Hp .....	51
Gambar 4. 9 Pulley .....	52
Gambar 4. 10 V-belt A1 .....	52
Gambar 4. 11 Rangka mesin .....	53
Gambar 4. 12 Tabung .....	54
Gambar 4. 13 Tutup tabung.....	55
Gambar 4. 14 Poros pengaduk.....	55

Gambar 4. 15 Bearing (A) Pillow Block F207 $\varnothing$ 75mm; (B) Pillow Block F207 $\varnothing$ 70mm .....	56
Gambar 4. 16 Bearing UCP204 $\varnothing$ 25mm.....	57
Gambar 4. 17 Mur Baut .....	57
Gambar 4. 18 Model keseluruhan mesin pembuat bubur kertas konsep produk keempat.....	58
Gambar 4. 19 Pembebanan pada baut dudukan motor .....	59
Gambar 4. 20 Dimensi antar komponen .....	62
Gambar 4. 21 Pemasangan roda pada rangka mesin .....	63
Gambar 4. 22 pemasangan pillow block UCP204 $\varnothing$ 25mm .....	64
Gambar 4. 23 pillow block bearing F207 $\varnothing$ 20mm .....	64
Gambar 4. 24 Pemasangan saluran pembuangan .....	65
Gambar 4. 25 Pemasangan tabung.....	66
Gambar 4. 26 Pemasangan stopkran.....	66
Gambar 4. 27 Pemasangan poros pengaduk.....	67
Gambar 4. 28 Pemasangan pulley dan v-belt .....	67
Gambar 4. 29 Pemasangan pillow block bearing F207 $\varnothing$ 25mm.....	68
Gambar 4. 30 Pemasangan dudukan bearing .....	68
Gambar 4. 31 Pemasangan dudukan motor.....	69
Gambar 4. 32 Pemasangan plat meja .....	69
Gambar 4. 33 Pemasangan motor.....	70
Gambar 4. 34 Pemasangan pulley pada motor .....	70
Gambar 4. 35 Pemasangan v-belt pada pulley .....	71
Gambar 4. 36 Pemasangan dan instalasi box panel listrik .....	71
Gambar 4. 37 Pemasangan tutup tabung.....	72
Gambar 4. 38 Susunan pada mesin pembuat bubur kertas.....	73
Gambar 4. 39 Detail drawing mesin pembuat bubur kertas.....	75

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Mesin pembuat bubur kertas.....	82
Lampiran 2 Katalog bearing.....	83
Lampiran 3 katalog putaran maksimum bearing FJB Pillow Block.....	84
Lampiran 4 Kertas daur ulang .....	84
Lampiran 5 Penimbangan kertas daur ulang .....	85
Lampiran 6 Perhitungan tingkat kesulitan, derajat kepentingan dan perkiraan biaya.....	85
Lampiran 7 Daya motor .....	88
Lampiran 8. Perhitungan sambungan baut.....	88
Lampiran 9. Perhitungan diameter pulley .....	90
Lampiran 10 perhitungan poros penggerak.....	91
Lampiran 11 Faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan .....	91
Lampiran 12 Kecepatan putaran screw dan pisau/blet .....	92
Lampiran 13. Beban bearing bawah .....	93
Lampiran 14 Sambungan las single v-butt joint.....	93
Lampiran 15 <i>Center gravity</i> .....	93
Lampiran 16 Analisis kemampuan produksi mesin.....	94
Lampiran 17 Kuisisioner mesin pembuat bubur kertas .....	96
Lampiran 18 Kerangka mesin .....	99
Lampiran 19 Dudukan motor dan bearing atas .....	100
Lampiran 20 Tabung.....	101
Lampiran 21 Poros Pengaduk.....	102
Lampiran 22 Bill of material .....	103
Lampiran 23 Borang validasi hasil rancangan oleh pengguna.....	104
Lampiran 24 validasi hasil rancangan oleh pakar desain .....	109
Lampiran 25 Validasi spesifikasi mesin oleh tenaga LAB Teknik Mesin UNNES .....	113
Lampiran 26 Hasil validasi persyaratan teknis oleh pengguna .....	114
Lampiran 27 Hasil validasi persyaratan teknis oleh pengguna .....	119

Lampiran 28 Hasil validasi rancangan mesin pembuat bubur kertas oleh pakar desain.....	124
Lampiran 29 Hasil validasi spesifikasi mesin oleh tenaga LAB Teknik Mesin UNNES.....	129

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pertumbuhan penduduk dan perubahan pola hidup pada masyarakat menimbulkan keberagaman jenis sampah dan peningkatan volume sampah. Berdasarkan data statistik lingkungan hidup Indonesia (2018:3) pada tahun 2016 jumlah penduduk di Indonesia 261.115.456 jiwa, menghasilkan sampah mencapai 65.200.000 ton pertahun. Tahun 2025 jumlah penduduk Indonesia diperkirakan mengalami penambahan 23.713.544 jiwa dari tahun 2016 atau 284.829.000 jiwa, dengan penambahan penduduk yang tinggi dapat menimbulkan peningkatan jumlah volume sampah. Penelitian Purwaningrum (2016:142), menyatakan komposisi sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia adalah sampah organik dan non organik. Sampah organik yang dihasilkan dari aktivitas manusia sebesar 60-70% sedangkan sampah non organik yang dihasilkan dari aktivitas manusia sebesar 30-40%.

Sampah kertas merupakan sampah organik yang dapat terdegradasi (hancur) secara alami. Kertas merupakan benda yang mempunyai bidang rata dan tipis, terbuat dari kompresi serat alam dan tumbuhan yang mengandung selulosa (Hadi, 2008:12). Pada kehidupan sehari-hari, masyarakat tidak terlepas dari penggunaan kertas. Dilingkungan perkantoran pada khususnya, penggunaan media kertas tidak dapat terlepas. Penggunaan media kertas dalam perkantoran paling dominan digunakan sebagai dokumen administrasi. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan kertas, mendorong industri pembuat kertas untuk meningkatkan jumlah produksi

guna memenuhi kebutuhan pasar. Mengingat bahan baku pembuatan kertas adalah serat yang berasal dari pepohonan, hal ini akan meningkatkan jumlah pengebangan pohon yang akan berakibat buruk terhadap lingkungan.

Berdasarkan UU No. 18 tahun 2008 pasal 12 dijelaskan bahwa, setiap orang mempunyai kewajiban dalam upaya pengelolaan, mengurangi dan menangani sampah rumah tangga dengan cara ramah lingkungan. Kesadaran dalam upaya mengurangi dan mengolah sampah dimulai dari kesadaran tiap individu, akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan bahaya dari pembuangan sampah tidak pada tempatnya yang dapat berakibat buruk pada lingkungan. Kegiatan pengurangan dan penanganan sampah dikenal dengan 5R (*Reduce, Reuse, Replace, Replant, Recycle*).

*Reduce* merupakan tindakan yang berupaya untuk mengurangi volume sampah kertas. Penelitian yang dilakukan oleh Sulistiyono dan Fatah (2016:2), mengenai pemanfaatan *paperless* sistem dalam *e-government* studi kasus kementerian pendidikan dan kebudayaan. *Paperless office* sistem, merupakan salah satu upaya untuk menggantikan dokumen dalam bentuk kertas dengan dokumen dalam format elektronik seperti *doc*, *pdf*, dan sebagainya. Penerapan *e-office* juga dapat menekan kebutuhan mengenai sumberdaya seperti tenaga, kertas, waktu dan biaya.

*Reuse* merupakan kegiatan pemanfaatan kembali material atau benda yang masih dapat digunakan. Pada umumnya, kertas yang sudah tidak terpakai hanya dibiarkan begitu saja yang akan menjadikan pencemaran pada lingkungan. Dengan *reuse* limbah kertas dapat dimanfaatkan kembali untuk mengurangi jumlah populasi sampah kertas. Limbah kertas dapat dimanfaatkan kembali untuk dijadikan produk

kerajinan yang mempunyai nilai guna dan memiliki daya jual. *Replace* merupakan kegiatan untuk menggantikan suatu barang dengan barang alternatif yang mempunyai sifat lebih ramah lingkungan. Penggunaan media kertas dapat diganti dengan memanfaatkan perkembangan teknologi, dengan ini dapat mengurai penggunaan kertas dan secara tidak langsung dapat mengurangi penebangan pohon untuk bahan baku kertas.

*Replant* merupakan kegiatan dalam penanganan sampah dengan melakukan penanaman kembali. Kertas merupakan media yang terbuat dari serat pohon yang mempunyai kandungan selulosa. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan kertas, industri-industri besar mulai menambah jumlah produksi kertas untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Peningkatan produksi kertas, harus diimbangi dengan kegiatan penanaman kembali lahan-lahan gundul dari penebangan pohon untuk menjaga kelestarian lingkungan.

Kegiatan *Recycle* pada kertas sebenarnya sudah dilakukan oleh industri-industri besar. Kurniasih (2013:158), melakukan penelitian tentang kelayakan usaha pembuatan produk kemasan telur dari kertas limbah di Sumatera Barat. *Egg tray* (kemasan telur) dibuat dengan bahan dasar limbah kertas yang diolah menjadi bubur kertas (*pulp*) dengan menggunakan mesin *hydropulper machine* dan dicetak dengan menggunakan mesin *molding*. Pembuatan *egg tray* merupakan salah satu cara untuk mengurangi jumlah volume sampah kertas dengan metode *recycle*, selain itu usaha pembuatan *egg tray* sendiri menjadi usaha yang bernilai ekonomis. Mengingat jumlah peternak unggas diwilayah Sumatera Barat di Kabupeten Lima Puluh Kota jumlah produksi telur pada tahun 2011 sebesar 37.360.779 butir atau sekitar 103.780 butir per hari.

Kegiatan daur ulang sampah kertas dapat dilakukan dengan mencetak dan menjadikan kertas baru, kertas karton, kertas buram dan kertas seni. Proses daur ulang sampah kertas umumnya dilakukan oleh industri besar pembuat kertas. Pada umumnya, masyarakat hanya menjual sampah kertas ke pengepul barang bekas dan dijual ke industri pembuat kertas. Untuk harga jual kertas bekas ke pengepul hanya Rp1.000,00-Rp1.500,00/kg, sedangkan setelah diolah oleh industri daur ulang kertas untuk harga kertas HVS A4 70 GSM satu rim kertas dijual dengan harga kisaran Rp42.000,00 dan untuk harga perlembar kertas Rp84.00 untuk 1 rim kertas mempunyai masa 2.1 kg. Harga 1 kg kertas setelah didaur ulang oleh industri besar diolah dijadikan kertas HVS dijual dengan harga Rp21.000,00.

Sedangkan untuk harga jual kertas seni hasil dari daur ulang dari kertas bekas harga perlembar dengan ukuran 40x50 cm perlembarnya Rp5.000,00. Untuk harga jual kertas daur ulang 1kg kertas dijual dengan harga Rp145.000,00. Ini merupakan nilai jual yang sangat tinggi, mengingat untuk harga jual kertas bekas per kg kertas kisaran Rp1.000,00-1.500,00. Selain itu, ketersediaan bahan baku di lingkungan sekitar yang cukup banyak dan mudah didapatkan dengan harga yang relatif murah, sehingga apabila diolah semaksimal mungkin dapat meningkatkan perekonomian masyarakat dan juga dapat mengurangi jumlah volume sampah kertas.

Pengolahan sampah kertas menjadi kertas seni dengan menggunakan mesin pembuat bubur kertas (*pulper*) kemudian dicetak sesuai ukuran yang diinginkan. Mesin *pulper* yang sudah ada di pasaran merupakan mesin *import* dari cina yang mempunyai kapasitas yang besar dengan harga jual yang tinggi, sehingga hanya dapat dimiliki industri-industri besar. Pada Gambar 1.1 dibawah ini merupakan

mesin *pulper* buatan cina merek *Leizhan*, dengan harga US\$19.000,00 atau setara dengan Rp268.447.200.00 yang mempunyai daya motor 355 kW dan kapasitas 300-370 t/d (Alibaba.com).



Gambar 1. 1 mesin pulper merek leizhan  
(Sumber: alibaba.com)

Untuk UKM pada umumnya membuat bubur kertas menggunakan mesin blender yang ada dipasaran. Mesin blender yang ada dipasaran rata-rata mempunyai kapasitas tabung 2 liter dengan daya motor 350Watt. Dengan kapasitas 2 liter untuk satukali produksi, sangatlah kecil untuk pengembangan usaha kecil menengah daur ulang sampah kertas. Daya motor yang kecil juga menjadi permasalahan dalam proses produksi bubur dengan menggunakan mesin blender, apabila digunakan secara terus menerus motor penggerak pada blender dapat terbakar karena untuk menghancurkan kertas hingga menjadi *pulp* dibutuhkan tenaga yang cukup besar.



Gambar 1. 2 mesin blender  
(Sumber: Google.com)

Produk mesin pembuat bubur kertas buatan lokal pada dasarnya sudah ada dipasaran seperti ditunjukkan pada Gambar 1.3 yang mempunyai kapasitas 6-10 kg/proses (berat basah), dengan memiliki dua variasi motor penggerak yaitu motor penggerak bensin 5.5 Hp dan motor listrik 1 Hp. Kapasitas 6-10 kg/proses (berat basah) masih sangat kecil untuk pengembangan usaha kecil menengah *recycle* kertas.



*Gambar 1. 3 mesin bubur kertas buatan lokal*  
(Sumber: google.com)

Darmawan (2019:10-11) melakukan penelitian mengenai variasi model pisau penghancur pada mesin pengolahan limbah kertas dengan kapasitas 4 kg/jam. Didapatkan hasil, sudut optimal mata pisau pada sudut  $0.174 \text{ rad}$  dengan hasil cacahan lembut sebanyak 5.2 kg. Pisau penghancur berbentuk lurus meruncing segitiga sama kaki. Mesin penghancur bubur kertas mempunyai kemampuan produksi 4 kg kardus basah dengan waktu produksi selama 1 jam, menggunakan motor penggerak dengan putaran 1000 Rpm dan mempunyai dimensi mesin keseluruhan 800 mm x 700 mm x 700 mm. Mesin pembuat bubur kertas ini masih terdapat kekurangan, dengan kapasitas produksi 4kg/jam masih kecil belum dapat memenuhi kebutuhan dari UKM. Selain itu perputaran antara kertas dengan air pada saat proses produksi kurang sempurna.

Ramadahan (2016:87) melakukan perancangan mesin pembuat bubur kertas dengan judul proses pembuatan poros penggerak dan sarung poros dudukan pisau

pada mesin *paper pulping*. Didapatkan spesifikasi mesin pembubur kertas dengan kapasitas produksi 40 kg/jam, menggunakan penggerak motor listrik dengan daya 1 Hp. Putaran pada motor listrik 1400 rpm dan putaran pada poros penggerak pisau 800 rpm. Motor pembuat bubur kertas ini mempunyai dimensi 1040 x 490 x 950 mm, dan memiliki bobot mesin 250 kg. Pada hasil rancangan ini masih terdapat kekurangan dimana kertas yang berada di atas tanpa dibantu pengadukan tidak dapat berputar sehingga kertas yang ada di permukaan tabung akan sulit untuk dihancurkan oleh pisau penghancur. Peletakan salura pembuangan pada tabung kurang rendah sehingga bubur kertas yang ada didalam tabung tidak dapat keluar secara tuntas. Pada rangka dudukan motor tidak diberikan baut penyatel kekencangan *V-belt* sehingga dapat mempersulit dalam proses pemasangan atau pelepasan dan pengaturan kekencangan *v-blet*.

Lestariningsih (2018:962-963) melakukan penelitian tentang penggunaan metode *Quality Function Deployment* dalam menentukan karakteristik kebutuhan pengguna alat pemotong singkong. Pada penelitian tersebut menggunakan metode QFD sebagai langkah dalam penentuan karakteristik kebutuhan pengguna. Penentuan karakteristik kebutuhan pengguna dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada pelanggan. Hasil dari penelitian ini, didapatkan karakteristik teknik yang perlu diperhatikan dalam upaya perbaikan alat pemotong singkong yang sudah ada yang meliputi, ukuran sesuai dengan *antropometri*, kualitas material, jenis alat potong, posisi alat potong, ketinggian meja dan kursi, dan posisi pedal. Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai perancangan mesin pembuat bubur kertas, peneliti melakukan perancangan mesin pembuat bubur kertas

kapasitas 900 liter/jam menggunakan metode *Quality Function Deployment* untuk memenuhi kebutuhan UKM pembuat kertas seni dari daur ulang kertas.

### **1.2. Identifikas Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Kapasitas mesin *pulper* yang cukup besar dengan harga mesin yang tinggi dan daya motor yang besar, sehingga perlunya perancangan mesin pembuat bubur kertas yang efisien untuk kapasitas UKM.
2. Perlunya desain mesin *pulper* untuk menekan lamanya waktu produksi mesin *pulper* untuk menjadi bubur kertas.
3. Penggunaan bahan kimia untuk mempercepat proses produksi yang dapat mencemari lingkungan.
4. Pengambilan hasil bubur kertas dengan menggunakan cara manual dengan tangan sehingga perlu perancangan saluran pembuangan untuk mempermudah dalam proses pengambilan bubur kertas dari tabung mesin.
5. Perendaman kertas sebelum dimasukkan kedalam mesin *pulper* yang dapat memperlambat proses produksi.

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Menggunakan metode perancangan QFD dalam menentukan kebutuhan pelanggan dan penentuan spesifikasi mesin.
2. Merancang mesin *Pulper* kapasitas 900 liter/jam
3. Pembuatan desain *embodiment* menggunakan *software* Inventor 2015

4. Menggunakan metode perancangan *French* dan QFD
5. Menggunakan daya motor penggerak 1.5 Hp

#### **1.4. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana konsep produk rancangan mesin pembuat bubur kertas menggunakan metode QFD?
2. Bagaimana rancangan produk mesin pembuat bubur kertas yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan?
3. Bagaimana analisis *mockup* dari desain mesin pembuat bubur kertas yang telah dibuat?

#### **1.5. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat antarlain sebagai berikut:

1. Medapatkan konsep rancangan produk mesin pembuat bubur kertas menggunakan metode QFD
2. Mendapatkan rancangan produk mesin pembuat bubur kertas sesuai dengan kebutuhan usaha kecil menengah
3. Mendapatkan analisis *mockup* dari desain mesin pembuat bubur kertas

## **1.6. Manfaat Penelitian**

### 1. Bagi penulis

- 1) Untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana S1 Universitas Negeri Semarang.
- 2) Menambah wawasan penulis tentang perancangan produk

### 2. Universitas

Penelitian ini semoga dapat menambah kemajuan Universitas Negeri Semarang yang bereputasi Internasional.

### 3. Masyarakat/industri

- 1) Membantu UKM untuk meningkatkan efektifitas dan efisien dalam produksi.
- 2) Membantu dalam upaya penanganan sampah kertas untuk menjaga kelestarian lingkungan sekitar.
- 3) Memaksimalkan limbah kertas untuk dijadikan produk kertas baru yang lebih bermanfaat.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Kajian Pustaka

Mesin *pulper* merupakan mesin yang digunakan untuk membuat bubur kertas dengan menggunakan pisau putar untuk mencacah kertas, yang digerakkan dengan motor penggerak. Penelitian mesin pembuat bubur kertas yang dilakukan oleh Oluwole, *et al* (2019:23-24), tentang perancangan dan pembuatan mesin daur ulang kertas untuk laboratorium dan operasi skala menengah. Perancangan mesin ini bertujuan untuk mengurangi pembuangan kertas limbah untuk menciptakan lingkungan yang sehat. Penelitian ini melakukan perancangan dan membuat mesin daur ulang kertas dengan melakukan modifikasi pada mesin yang sudah ada. Mesin daur ulang sampah ini menggunakan pisau yang diputar oleh motor listrik yang digunakan untuk memproses kertas menjadi bubur kertas. Hasil dari penelitian bahwa mesin mempunyai kapasitas produksi 25-30 kg kertas per jam, dengan putaran mesin 1400 Rpm.

Darmawan (2019:10-11), melakukan penelitian mengenai variasi model pisau penghancur pada mesin pengolahan limbah kertas dengan kapasitas 4 kg/jam. Didapatkan hasil, sudut optimal mata pisau pada 0.174 *rad* dengan hasil cacahan lembut sebanyak 5.2 kg dengan bentuk pisau lurus meruncing berbentuk segitiga sama kaki. Mesin penghancur bubur kertas mempunyai kemampuan produksi 4 kg kardus basah dengan waktu produksi 1 jam dengan menggunakan motor penggerak dengan putaran 1000 Rpm dan dimensi mesin keseluruhan 800 mm x 700 mm x 700 mm. Mesin pembuat bubur kertas ini mempunyai prinsip kerja motor berputar

mengerakkan pisau dan kipas air dengan transmisi *pulley* dan sabuk. Kertas akan dicacah dengan pisau penghancur dan didorong oleh kipas air untuk berputar di bak penampungan. Selanjutnya untuk proses pengambilan hasil pencacahan melalui saluran kran pada penampungan.

Perancangan mesin pembuat bubur kertas juga dilakukan oleh Simanjuntak, dkk (2015:361-362), dengan judul rancang bangun mesin pembuat bubur kertas. Peleburan kertas bertujuan untuk mempermudah dalam proses pencetakan ulang kertas menjadi kertas daur ulang. Pada penelitian ini, pengumpulan data didapatkan dengan cara studi literatur (kepuustakaan), dan dilanjutkan proses perancangan dan pembuatan komponen-komponen mesin pembuat bubur kertas, tahap terakhir proses pengujian mesin dan pengamatan parameter. Penelitian yang dilakukan Simanjuntak mendapatkan rancangan mesin pembuat bubur kertas dengan dimensi panjang 100 cm, lebar 60 cm dan tinggi 100 cm. Mesin ini dirancang menggunakan pisau sebanyak 21 buah dengan sudut kemiringan  $30^{\circ}$  terhadap poros yang berfungsi untuk mencacah kertas. Selain itu, juga berfungsi untuk menarik dan mendorong kertas supaya hasil cacahan kertas dapat berputar di dalam tabung mesin. Penelitian mendapatkan hasil mesin pembuat bubur kertas dengan kapasitas produksi sebanyak 16.67 kg/jam dengan waktu satu kali proses produksi selama 10.75 menit.

Ramadhan (2016:87) melakukan perancangan mesin pembuat bubur kertas dengan judul proses pembuatan poros penggerak dan sarung porosudukan pisau pada mesin *paper pulping*. Didapatkan spesifikasi mesin pembubur kertas dengan kapasitas produksi 40 kg/jam, menggunakan penggerak motor listrik berdaya 1 Hp, putaran pada motor listrik 1400 rpm dan putaran pada poros penggerak pisau 800

rpm. Mesin pembuat bubur kertas ini mempunyai dimensi 1040 x 490 x 950 mm, dan memiliki bobot mesin 250 kg. Rancangan mesin ini mempunyai prinsip kerja seperti pada mesin blender pada umumnya, hanya mampu memproduksi dengan kapasitas yang besar dan menggunakan motor penggerak yang lebih besar.

Penelitian perancangan dengan menggunakan metode QFD sebelumnya sudah pernah dilakukan. Penelitian yang dilakukan Artati, dkk (2013:16-17), dengan judul perancangan alat perajang umbi-umbian dengan metode *Quality Function Development*. Peneliti menggunakan metode QFD dengan tujuan untuk mendesain alat sesuai dengan kebutuhan konsumen. Untuk mendapatkan daftar keinginan konsumen, peneliti melakukan penyebaran kuesioner terhadap pengguna. Daftar kebutuhan pengguna yang didapatkan dari penyebaran kuesioner dilanjutkan pada proses pemberian skor berdasarkan tingkat kepentingan, kemudian data-data tersebut diolah dan diperoleh matrik HoQ (*House of Quality*) yang berisikan mengenai spesifikasi produk sesuai dengan keinginan pengguna. Dari spesifikasi produk dari HoQ, kemudian diwujudkan kedalam bentuk produk jadi dan menghasilkan produk yang lebih baik.

Penelitian dengan menggunakan metode QFD juga dilakukan oleh Tri dan Suwito (2019:159 dan 164), mengenai pengembangan mesin pres bahan baku jamu dengan menggunakan metode QFD. Pada penelitian ini, metode QFD digunakan untuk menentukan persyaratan teknis atau kebutuhan pengguna. Penentuan kebutuhan pengguna, peneliti melakukan penyebaran kuesioner ke pengguna, dengan tujuan untuk mendapatkan informasi sesuai dengan kebutuhan peneliti. Dari data kuesioner yang didapat dikelompokkan berdasarkan kesamaan atau kemiripan fungsinya. Penelitian ini didapatkan rancangan mesin yang bagian komponen-

komponennya harus dikembangkan pada mesin pres bahan baku jamu, diantaranya; 1) komponen utama pengepresan adalah *screw* dan *gear box* yang digerakkan oleh motor listrik 370watt, 2) material mesin *full stainless steel food grade*, 3) sistem kontrol menggunakan ECU (*Electronic Control Unit*), 4) dimensi mesin sesuai dengan kebutuhan pengguna, 5) penampungan hasil perasan dilengkapi dengan kran.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1 Perancangan**

Perancangan produk merupakan serangkaian proses yang berawal dari kebutuhan manusia mengenai suatu produk yang akan diproses hingga muncul gambar dan dokumen hasil perancangan yang nantinya akan digunakan dalam proses produksi rancangan produk. Pada proses perancangan terdapat langkah-langkah diantaranya; 1) fase identifikasi kebutuhan; 2) fase perancangan konsep produk; 3) fase perancangan produk; 4) fase penyusunan dokumen (Harsoekoesoemo, 2004:4-6).

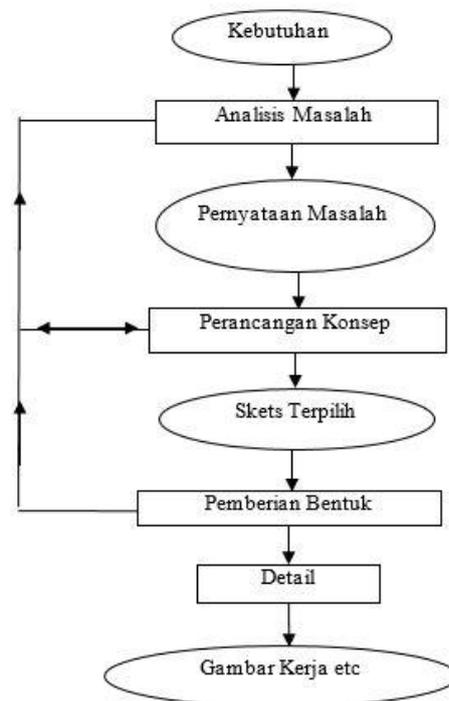
Kegiatan perancangan merupakan langkah terpenting untuk dilakukan sebelum menuju ke langkah produksi produk. Perancangan bertujuan untuk menghasilkan suatu produk sesuai dengan kebutuhan manusia. Aktivitas perancangan tidak hanya dilakukan oleh masyarakat moderen saja, pada zaman dahulu masyarakat sudah melakukan perancangan suatu benda sesuai dengan kebutuhan mereka. Seiring dengan perubahan kebutuhan, masyarakat mulai melakukan perbaikan-perbaikan dengan mengkaji produk yang sudah ada sehingga terbentuklah jenis produk yang baru (Ginting, 2010:2-3). Pada perancangan produk

terdapat model-model perancangan diantaranya, model perancangan *Zeid, Pahl and Beitz, Vdi, Ullman*, dan *French*.

### **2.2.2 Model Perancangan Deskriptif *FRENCH***

Tahapan perancangan merupakan tahapan untuk melakukan desain produk sesuai dengan apa yang kita inginkan. Perancangan dengan menggunakan metode deskriptif *French* terdapat langkah-langkah utama dalam proses perancangan produk, yaitu; 1) penjabaran kebutuhan; 2) mendefinisikan proyek; 3) perancangan konsep produk (Naldy, dkk 2016:1-2). Metode perancangan *French* terdiri dari serangkaian kegiatan diantaranya; 1) analisis, 2) optimasi, 3) evaluasi. Dari tahapan-tahapan tersebut yang akan didapatkan satu produk terbaik. Produk tersebut dituangkan dalam bentuk dokumen yang terdiri dari; 1) gambar rancangan produk, 2) spesifikasi produk, 3) *bill of materials*, (Harsoekoesoemo, 2004:25-27).

Pada diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 dibawah, merupakan diagram alir model perancangan *French*. Lingkaran menunjukkan hasil dari kegiatan sebelumnya, sedangkan persegi menunjukkan kegiatan yang sedang berlangsung. Pada diagram alir tersebut terdapat fase perancangan detail yang merupakan fase perancangan dimana terdapat keputusan atau persyaratan kecil yang penting dan harus diambil atau dipenuhi.



Gambar 2. 1 Diagram alir metode perancangan French  
(Sumber: Harsoekoesoemo, 2004: 26)

### 2.2.3 *Quality Function Dployment (QFD)*

*Quality Function Deployment (QFD)* adalah suatu proses atau mekanisme terstruktur untuk menentukan daftar kebutuhan dan menerjemahkan kebutuhan-kebutuhan tersebut kedalam persyaratan teknis sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan oleh pengguna (Pane, dkk 2013:32). Menurut Kutlul dan Khraman (2019:103), *Quality Function Deployment (QFD)* adalah pendekatan terstruktur untuk mendefinisikan kebutuhan pelanggan, yang menerjemahkannya ke dalam produk akhir untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Pada umumnya QFD digunakan perusahaan untuk fokus terhadap kebutuhan pelanggan sebelum proses perancangan. Manfaat QFD dalam perancangan sebagai berikut (Ginting, 2010:134-137):

- 1) Rancangan produk berfokus pada kebutuhan pelanggan.
- 2) Desain dibuat berdasarkan kebutuhan pengguna dan mengutamakan kebutuhan pengguna yang paling berat.
- 3) Menganalisis kinerja produk untuk memenuhi kebutuhan pengguna.
- 4) Mengurangi perubahan desain.

*Output* yang dihasilkan dari metode QFD adalah *House of Quality* (HOQ).

Untuk menuju HOQ dalam metode penelitian dengan pendekatan QFD terdapat langkah-langkah untuk mencapai kepuasan pengguna sebagai berikut:

#### **2.2.7.1 Mengidentifikasi kebutuhan pengguna**

Proses identifikasi kebutuhan pengguna dilakukan dengan melakukan survei lapangan atau dengan menggunakan kuesioner yang diberikan kepada pengguna yang berisikan pendapat atau keinginan pengguna mengenai persyaratan teknis pada sebuah produk yang akan dibuat. Daftar kebutuhan pengguna sangat membantu pada penentuan persyaratan teknis mesin yang akan dirancang (Li, dkk 2019:349). Untuk memenuhi kebutuhan pengguna, kuesioner diberikan kepada beberapa pengguna yang nantinya akan didapatkan beberapa persyaratan teknis yang muncul dari kuesioner yang diberikan.

#### **2.2.7.2 Menentukan tingkat kepentingan relatif dari atribut-atribut**

Penentuan tingkat kepentingan atribut dilakukan dengan memberikan bobot presentase pada tiap-tiap atribut menggunakan skala prioritas. Tidak semua atribut memiliki tingkat kepentingan yang sama bagi pengguna. Skala yang diberikan pada tiap atribut merupakan skala *likert* yaitu penting atau tidak penting. Pengukuran

tingkat kepentingan atribut berguna untuk melihat presentase tingkat kepentingan atribut dalam perancangan produk. Nilai presentase lebih dari 50% dinyatakan mempunyai tingkat kepentingan yang tinggi terhadap perancangan produk dan atribut yang mempunyai presentase dibawah 50% dianggap tidak mempunyai kepentingan yang lebih mengenai perancangan produk ( Anggraeni, dkk 2013:161).

### **2.2.7.3 Mengevaluasi atribut-atribut produk pesaing**

Mengevaluasi tingkat kepentingan atribut-atribut dari produk pesaing dengan menganalisis tiap atribut yang diprioritaskan. Evaluasi atribut produk pesaing didapatkan dengan mengkaji atribut produk pesaing yang diperoleh dari penyebaran kuisioner berdasarkan tingkat kepentingan (Ginting, 2010:145).

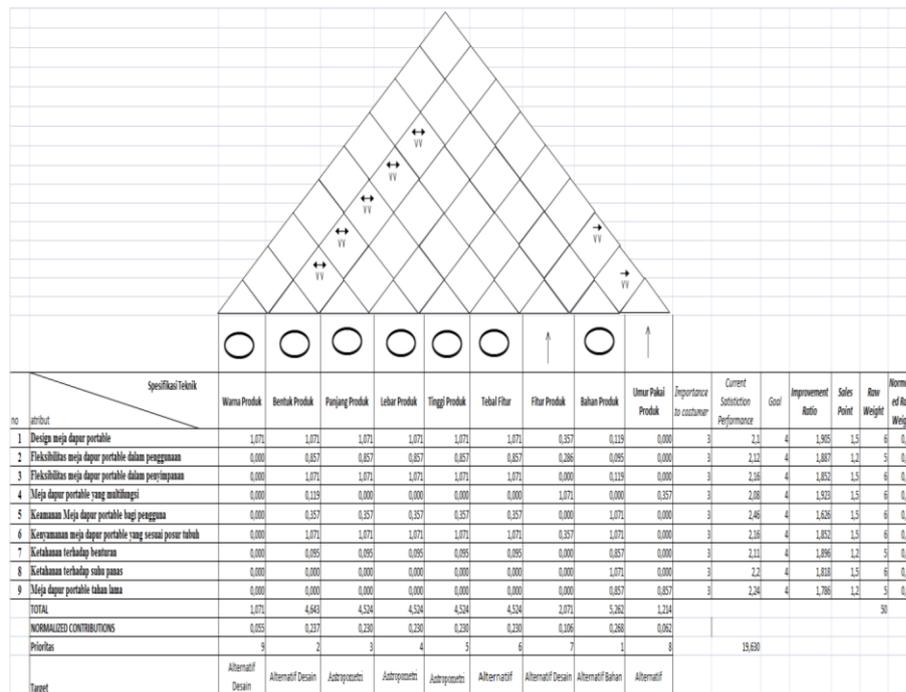
### **2.2.7.4 Rumah Kualitas (HoQ)**

*House of Quality* (HoQ) meruakan langkah terpenting dari metode QFD yang menunjukkn hubungan antara kebutuhan pengguna dengan persyaratan desain. Rumah kualitas tersusun dengan mengumpulkan daftar kebutuhan pengguna dan persyaratan desain. Rumah kualitas terdiri dari kebutuhan pengguna dan persyaratan desain yang mempunyai tingkat prioritas terpenting dan saling memiliki keterkaitan dalam suatu produk rancangan yang akan dibuat (Gündoğdu dan Kahraman 2019:104). Penentuan tingkat kesulitan, derajat kepentingan dan perkiraan biaya dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1 s/d 2.3 (Ginting, dkk 2015:37).

$$\text{Tingkat kesulitan} = \frac{\text{tot bobot tiap karakteristik teknik}}{\text{tot bobot hubungan karakteristik teknik}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\text{Derajat kepentingan} = \frac{\text{tot bobot hub karakteristik teknik dng atribut}}{\text{tot bobot hub karakteristik teknik dng atribut}} \times 100\% \dots\dots (2.2)$$

$$\text{Perkiraan biaya} = \frac{\text{Bobot tingkat kesulitan}}{\text{tot nilai tingkat kesulitan}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$



Gambar 2. 2 diagram HoQ  
(Sumber: Anggraeni, M. 2013:165)

### 2.2.4 Software Inventor 2015

*Autodesk Inventor* merupakan program CAD (*Computer Aided Design*) yang mempunyai kemampuan pemodelan tiga dimensi untuk pembuatan *prototype* tiga dimensi secara visual, simulasi dan *drafting*, yang dapat mempermudah perancang untuk berkonsentrasi pada penerapan desain tanpa harus memodelkan geometri secara manual. Pada *software inventor* desainer dapat melakukan validasi desain rancangan dengan menggunakan simulasi atau analisis kekuatan dari desain, tanpa melakukan pengujian *prototype* (Gritsyna 2015:16).

## 2.2.5 Elemen Mesin

### 2.2.9.1 Mur dan Baut

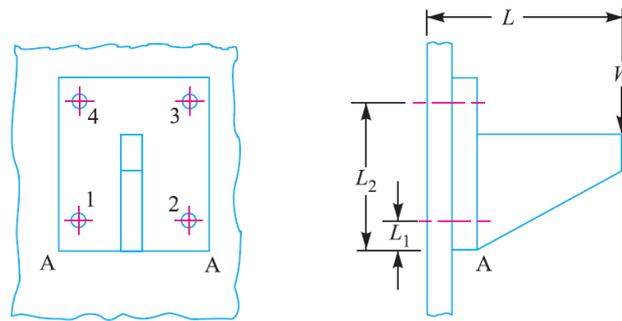
Mur dan baut merupakan alat pengikat yang sering digunakan pada konstruksi mesin. Sambungan ulir terdiri dari dua elemen yaitu baut (*bolt*) dan mur (*nut*). Sambungan ulir banyak digunakan pada bagian mesin yang ditujukan untuk kemudahan dalam perawatan atau dapat dibongkar pasang tanpa merusak bagian mesin (Khurmi dan Gupta. 2005:377). Beberapa pengaplikasian sambungan baut mendapatkan beban eksentris seperti pada *bracket*, tiang *crane*, dan lain-lain. Sebuah dinding *bracket* membawa beban eksentris yang tegak lurus terhadap sumbu baut seperti pada Gambar 2.3 dibawah. Pada beban eksentris yang tegak lurus, baut menerima beban geser utama yang sama pada seluruh baut. Sehingga beban geser utama pada setiap baut dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (Kurmi dan Gupta. 2005: 409).

$$W_s = W/n_b \dots\dots\dots (2.4)$$

$$wt = \frac{W.L.L_2}{2[(L_1)^2+(L_2)^2]} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$Wte = \frac{1}{2} [wt + \sqrt{(wt)^2 + 4(ws)^2}] \dots\dots\dots (2.6)$$

$$Wte = \frac{\pi}{4} (dc)^2 \cdot \sigma_t \dots\dots\dots (2.7)$$



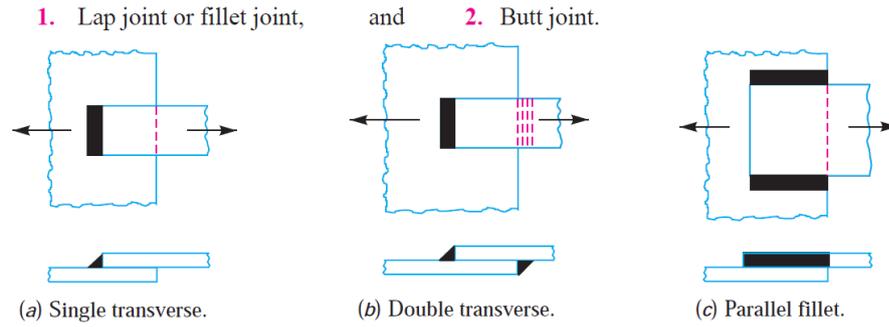
Gambar 2. 3 Pembebanan baut eksentris  
(Sumber: Khurmi dan Gupta. 2005:409)

### 2.2.9.2 Sambungan Las

Sambungan las adalah sambungan permanen yang diperoleh dengan peleburan kedua sisi bagian yang disambung secara bersamaan, dengan atau tanpa tekanan dan bahan pengisi (Khurmi dan Gupta. 2005:341). Pengelasan secara umum digunakan dalam fabrikasi sebagai metode alternatif untuk pengecoran atau *forging* (tempa) dan sebagai pengganti sambungan baut dan keling. Sambungan las juga digunakan sebagai media perbaikan misalnya untuk menyatukan logam akibat *crack* (retak). Pada umumnya sambungan las ada dua jenis diantaranya, *lap joint* atau *fillet joint* dan *butt joint*.

#### 1. *Lap joint* atau *fillet joint*

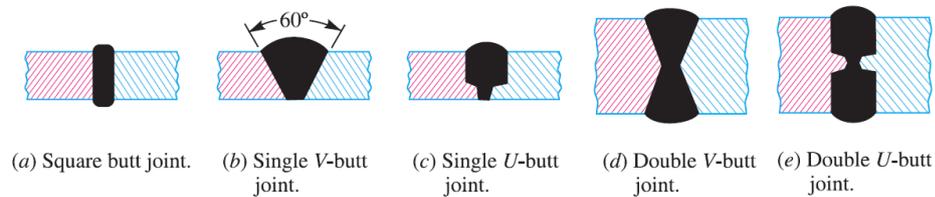
Sambungan ini diperoleh dengan pelapisan plat dan kemudian mengelas sisi dari plat-plat. Bagian penampang *fillet* (sambungan las tipis) mendekati triangular (bentuk segitiga).



Gambar 2. 4 sambungan las Lap Joint  
(Sumber: Khurmi dan Gupta. 2005:344)

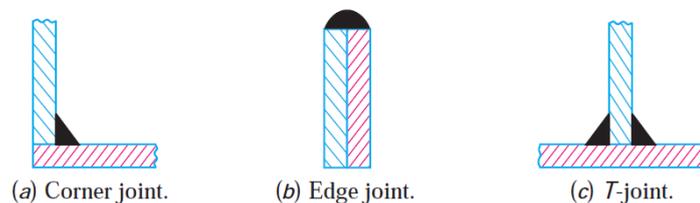
## 2. Butt joint

Pada pengelasan *butt*, sisi plat tidak memerlukan kemiringan jika ketebalan plat kurang dari 5 mm. apabila ketebalan plat adalah 5 mm sampai dengan 12.5 mm, maka sisi yang dimiringkan berbentuk alur V atau U pada kedua sisi.



Gambar 2. 5 sambungan las But Joint  
(Sumber: Khurmi dan Gupta. 2005:344)

Jenis lain sambungan las dapat dilihat pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2. 6 jenis-jenis sambungan las  
(Sumber: Khurmi dan Gupta. 2005:345)

Penentuan kekuatan tarik pada sambungan las *single but joint* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.9 dibawah ini (Kurmi dan Gupta 2005)..

$$wb_1 = \frac{w_{tube}}{4} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\sigma_t = \frac{wb_1}{A} \dots\dots\dots(2.9)$$

### 2.2.9.3 Pulley dan V-belt

*Pulley* pada mesin berfungsi sebagai penerus putaran dari motor melalui sabuk ke poros yang digerakkan, dan juga berfungsi untuk mengatur kecepatan atau dapat mempercepat dan memperlambat putaran keluaran yang diperlukan dengan mengatur perbandingan ukuran diameter *pulley* (Yanis dan Leonardo 2015:18). *Pulley* pada umumnya dipasang pada sebuah poros, dalam menjalankan fungsinya *pulley* tidak dapat bekerja sendiri, maka itu membutuhkan sabuk sebagai penerus putaran dari motor ke poros yang digerakkan. Pada penggunaan *pulley* harus mengetahui berapa besar putaran yang diinginkan dan untuk menentukan perbandingan *pulley* yang akan digunakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.10 sebagai berikut: (Basori, dkk 2018: 9)



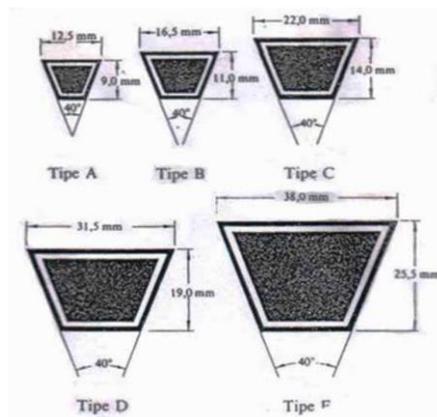
Gambar 2. 7 *pulley*  
(Sumber: Saputra, dkk 2019:23)

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_p}{D_p} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57^\circ(Dp-dp)}{c} \dots\dots\dots(2.11)$$

Sabuk merupakan peralatan yang digunakan untuk meneruskan putaran dari *pulley* penggerak ke *pulley* yang digerakkan. Penggunaan sistem transmisi *pulley* dan sabuk dikarenakan jarak antara poros penggerak dengan poros yang digerakkan yang memiliki jarak tidak dimungkinkan untuk menggunakan sistem transmisi langsung dari roda gigi (Saputra, dkk 2019:18). *V-belt* pada umumnya dipasang pada *pulley* beralur diantara dua poros yang mempunyai jarak maksimum 5 meter dengan perbandingan 1:1 sampai 7:1. *V-belt* terbuat dari karet yang mempunyai penampang trapesium. Keunggulan *V-belt* dibandingkan dengan sabuk rata, transmisi roda gigi atau rantai adalah *V-belt* bekerja lebih halus dan nyaris tidak bersuara sehingga transmisi dengan menggunakan *V-belt* dapat mengurangi kebisingan pada mesin.

Ukuran *V-belt* yang biasa digunakan mempunyai ukura bervariasi sesuai dengan ukuran alur pada *pulley* yang akan digunakan dan disesuaikan dengan kebutuhan. Jenis-jenis ukuran *pulley* dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini.



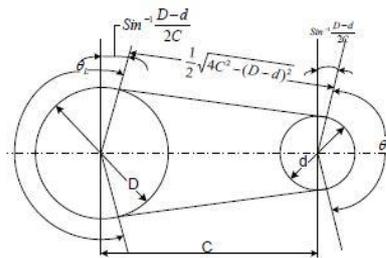
Gambar 2. 8 jenis-jenis ukuran *pulley*  
(Sumber: Yanis dan Leonardo 2015:18)

Persamaan-persamaan yang digunakan pada perancangan sabuk-V sebagai berikut: (Basori, dkk 2018)

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{1}{4.C} (-d_{p2})^2 \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\theta = \frac{Dp-dp}{\frac{c}{2}} \dots\dots\dots (2.13)$$

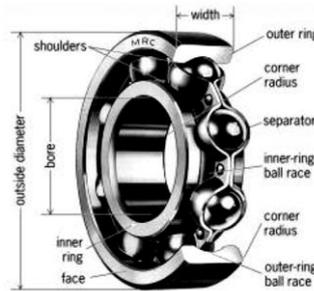
$$v = \frac{\pi .dp .n}{60 \times 1000} \dots\dots\dots (2.14)$$



Gambar 2. 9 Menghitung panjang sabuk  
(Sumber: Yanis dan Leonardo. 2015:18)

**2.2.9.4 Bearing (Laher)**

*Bearing* merupakan elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros, agar putaran atau gerakan poros dapat berlangsung dengan baik dan aman (Basori, dkk 2018:12). Selain itu *bearing* juga berfungsi untuk memperkecil kerugian daya akibat gesekan. *Bearing* harus memiliki karakteristik kuat dan kokoh untuk menahan gaya yang terjadi pada poros. Jika *bearing* tidak berfungsi dengan baik maka kerja seluruh sistem akan menurun atau mesin tidak dapat bekerja sesuai dengan semestinya. Untuk mengetahui beban yang diterima oleh *bearing* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.15 dibawah ini.

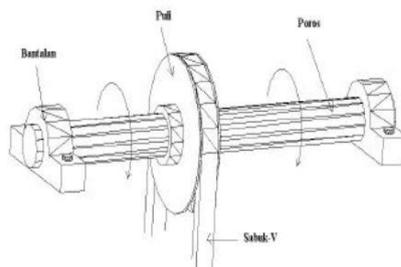


Gambar 2. 10 Bearing  
(Sumber: Basori, dkk 2018:12)

$$Wb = \frac{Wtube \times 10}{4} \dots\dots\dots(2.15)$$

**2.2.9.5 Poros**

Poros merupakan elemen mesin berbentuk batang yang umumnya mempunyai penampang lingkaran. Berfungsi untuk memindahkan putaran atau menumpu sesuatu beban dengan atau tanpa meneruskan putaran. Pada umumnya beban yang ditumpu poros adalah roda gigi, roda daya (*flywheel*), dan *pulley*. Poros banyak digunakan pada setiap kontruksi pada mesin dengan fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan. Untuk menentukan besarnya daya yang terjadi pada poros dan tegangan geser pada poros dapat dapat dihitung dari persamaan 2.16 s/d 2.20 (Basori, dkk 2018: 11).



Gambar 2. 11 Poros  
(Sumber: Arief, S. 2015:2)

$$Pd = fc . P \dots\dots\dots(2.16)$$

$$\tau_{gs} = \frac{\tau_t}{S_{f1} \cdot S_{f2}} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot \tau_{gs}}} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$\tau_g = \frac{T}{\frac{\pi \cdot d^3}{16}} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$nsc = n_2 \times 3 \dots\dots\dots(2.20)$$

$$nsb = n_2 \times 8 \dots\dots\dots(2.21)$$

$$F_{tot} = F \cdot \text{jml pisau} \dots\dots\dots(2.22)$$

$$F = m \cdot a \dots\dots\dots(2.23)$$

$$T = F \cdot S \dots\dots\dots(2.24)$$

$$P = \frac{Tp \cdot n}{s} \dots\dots\dots(2.25)$$

**2.2.6 Center Gravity**

Letak *center of gravity* pada sebuah kerangka mesin sangatlah penting. *Center of gravity* merupakan pusat dari masa total dari mesin. Gaya berat pada mesin bekerja pada titik tersebut (Perdhana 2015:8). Perhitungan *center of grafity* dapat dilakukan dengan persamaan 2.30. Dengan menggunakan *software Inventor* maka letak *center of gravity* dari suatu benda yang telah digambarkan dapat diketahui tanpa harus menghitung secara manual.

$$\Sigma MA = 0 \dots\dots\dots(2.26)$$

$$\left( \begin{array}{l} (W_{tube} + W_{scr} + W_{p1} + W_{fl} + \\ W_{bb1} + W_{bb3}) \cdot X_1 + W_{bb2} \cdot X_2 + \\ W_{fram} \cdot X_3 + (W_m + W_{pl2}) \cdot X_4 + \\ W_{plat} \cdot X_5 - RB \cdot X_6 \end{array} \right) = 0 \dots\dots\dots(2.27)$$

### 2.2.7 *Safety Factor*

*Safety factor* atau nilai keamanan merupakan parameter untuk menentukan tingkat keamanan dari suatu konstruksi. *Safety factor* merupakan perbandingan tegangan ijin dengan tegangan yang terjadi. Suatu konstruksi dinyatakan aman apabila angka keamanan atau *safety factor* diatas satu (Setyono, dkk 2016:44). Hubungan antara tegangan dengan nilai keamanan dapat dilihat pada persamaan 2.31 dibawah ini.

$$sf = \frac{\sigma \text{ yield strength}}{\sigma \text{ design}} \dots\dots\dots (2.28)$$

## **BAB III**

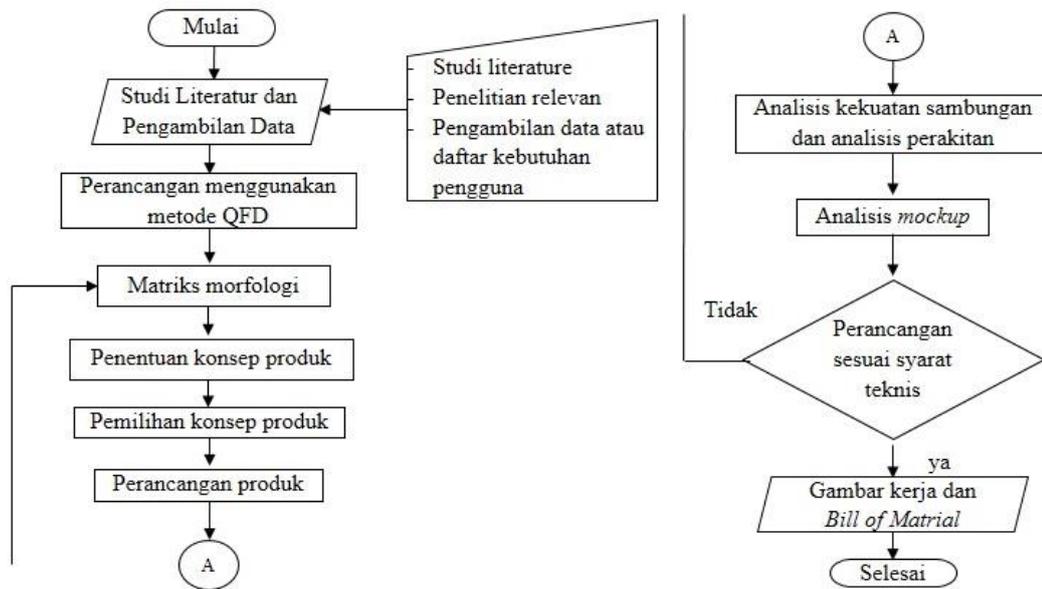
### **METODE PERANCANGAN**

#### **3.1. Model Perancangan**

Model Perancangan yang digunakan dalam membuat mesin pembuat bubur kertas kapasitas 900 liter/jam penulis menggunakan metode perancangan *French* dan QFD. *Quality Function Deployment* (QFD) adalah pendekatan terstruktur untuk mendefinisikan kebutuhan pengguna, yang diterjemahkan ke dalam produk akhir untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Pada Skripsi ini penulis menggunakan penggabungan metode *French* dengan metode QFD dimana kedua metode tersebut dapat saling melengkapi untuk menghasilkan suatu rancangan yang didasari dengan kebutuhan pengguna.

#### **3.2. Prosedur Perancangan**

Penelitian berfungsi untuk mengarahkan perancangan mesin pembuat bubur kertas kapasitas 900liter agar sesuai dengan kebutuhan pengguna. Prosedur perancangan ini menjelaskan tentang langkah-langkah dan tahapan yang dilakukan dalam skripsi ini mesin pembuat bubur kertas. Adapun diagram *flowchart* penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3. 1 Flowchart penelitian

Adapun tahapan dalam perancangan mesin pembuat bubur kertas secara lengkap dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan teori-teori yang berkaitan dengan tema skripsi, teori-teori yang didapatkan dijadikan sebagai referensi dalam penyusunan skripsi. Teori yang dicari untuk mendukung penulisan skripsi ini adalah teori mengenai perancangan, *Quality Function Deployment*. Teori *Quality Function Deployment* mendukung penelitian dan membantu dalam proses perancangan produk yang akan dilakukan. Pada studi literatur selain mengumpulkan teori-teori yang terkait, juga dilakukan pengambilan data mengenai daftar kebutuhan pengguna, dengan menyebarkan kuesioner kepada responden.

## 2. Perancangan Menggunakan Metode QFD

Perancangan dengan menggunakan metode QFD terdapat beberapa langkah untuk menuju hasil akhir HoQ. Pada tahap pertama dengan melakukan penyebaran kuesioner ke pengguna untuk mendapatkan daftar kebutuhan yang diinginkan oleh pengguna. Dengan didaptkannya daftar kebutuhan pengguna melalui penyebaran kuesioner ke responden, dilanjutkan pada proses sampling hasil kuesioner yang didapatkan. Langkah sampling dilakukan untuk mengelompokkan daftar kebutuhan pengguna sesuai dengan tingkat kepentingan dan memberikan skor pada tiap atribut sesuai dengan tingkat kepentingan.

Proses selanjutnya setelah mendapatkan persyaratan kebutuhan pengguna dilanjutkan evaluasi atribut-atribut pesaing, Evaluasi atribut produk pesaing didapatkan dengan mengkaji atribut produk pesaing yang diperoleh dari penyebaran kuisisioner berdasarkan tingkat kepentingan. Tahap selanjutnya penyusunan HoQ berdasarkan daftar kebutuhan pengguna dan persyaratan desain yang saling mempunyai keterkaitan antara apa dan bagaimana. Pada diagram HoQ akan didapatkan persyaratan teknis perancangan produk yang berdasarkan kebutuhan pengguna.

## 3. Matriks Morfologi

Penentuan fungsi produk dengan mengidentifikasi dari sub fungsi dan dilampirkan didalam kotak-kotak dan berhubungan satu sama lain dengan *input-output*. Setelah didapatkan fungsi mesin dilanjutkan pada proses pencarian solusi pada tiap blok fungsi. Solusi yang didapatkan merupakan kosep elemen mesin, rancangan konsep didapatkan dengan penggabungan solusi tiap blok fungsi.

#### 4. Penentuan Konsep

Tahap penentuan konsep, berdasarkan dengan rancangan konsep yang didapatkan dari penggabungan solusi tiap blok fungsi. Rancangan konsep yang didapatkan kemudian diberikan bentuk atau gambar sket.

#### 5. Pemilihan Konsep

Pemilihan konsep rancangan produk dengan memberikan skor pada tiap atribut sesuai dengan tingkat kepentingan. Rancangan konsep yang mendapatkan skor tertinggi yang akan dilanjutkan dalam proses perancangan produk.

#### 6. Perancangan Produk

Konsep yang terpilih dilanjut pada proses pemberian bentuk menggunakan *software*. Oleh sebab itu fase perancangan produk disebut sebagai pemberian bentuk. Pada fase ini sket konsep akan diberi bentuk dengan mendapatkan hasil gambar dua dimensi, gambar tiga dimensi, dan *gambar assembly*.

#### 7. Analisis Kekuatan Sambungan dan Analisis Perakitan

Fase analisis kekuatan sambungan dilakukan dengan menghitung secara manual menggunakan persamaan-persamaan yang berkaitan dan analisis perakitan menggunakan bantuan *software* untuk menganalisis kekuatan sambungan pada desain produk. Untuk analisis perakitan, rancangan desain yang sudah dibuat *assembly*, dilakukan analisis mengenai kemudahan dalam perakitan, kemudahan dalam pengoprasian, dan kemudahan dalam perawatan pada produk yang akan dibuat.

#### 8. Analisis *Mockup*

Gambar desain setelah dilakukan analisis kekuatan sambungan dan analisis perakitan dilanjutkan dengan analisis *mockup*. Analisis *mockup* merupakan

mensimulasikan proses perakitan dan pelepasan komponen-komponen pada desain. Pada analisis *mockup* akan menghasilkan data mengenai kemudahan dalam perakitan dan pelepasan pada proses *assembly* yang akan ditampilkan pada subbab ini.

#### 9. Gambar kerja dan *bill of material*

Gambar kerja yang ditampilkan merupakan gambar detail mengenai desain yang telah dibuat. Gambar kerja berfungsi untuk memberikan keterangan mengenai spesifikasi desain antarlain ukuran detail dan bentuk desain. Selain itu pada subbab ini juga ditampilkan mengenai BOM (*Bill of material*), BOM berfungsi untuk memberikan informasi mengenai jenis material yang digunakan, bagian-bagian yang terdapat pada desain, dan jumlah *part* yang terdapat pada desain. Kesimpulan diambil berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan.

### **3.3. Waktu dan Tempat Perancangan**

#### **3.3.1. Waktu Perancangan**

Rancangan kegiatan penelitian ini dilakukan selama tiga bulan dimulai pada bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2020.

#### **3.3.2. Tempat Perancangan**

Adapun tempat perancangan mesin pembuat bubur kertas kapasitas 900liter/jam dilakukan di Laboratorium Desain dan CNC Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

### 3.4. Alat dan Bahan Perancangan

#### 1. Alat

- 1) Laptop ASUS A455L dengan RAM 4GB dan prosesor Intel(R) Core (TM) i3-5005u CPU @ 2,00GHz (4CPUs), ~2,0GHz
- 2) *Software Inventor 2015*

#### 2. Bahan

- 1) Daftar kebutuhan pengguna
- 2) Kertas dan alat tulis

### 3.5. Validasi Hasil Perancangan

Validasi hasil perancangan dengan metode simulasi bantuan *software inventor*. Dengan menggunakan bantuan *software inventor* perancang dapat mensimulasikan atau memberikan bentuk tiga dimensi ke gambar sket yang sudah dibuat. Pada validasi hasil perancangan, perancang menggunakan menu *assembly* pada *inventor* untuk mensimulasikan gambar hasil rancangan untuk dijadikan bentuk rakitan sebelum ke proses produksi. Selain menggunakan menu *assembly*, perancangan juga menggunakan menu *explode*. Pada menu *explode* perancangan melakukan analisis proses perakitan tiap komponen mesin, pada proses ini dapat mendapatkan hasil kemudahan dalam perakitan mesin.

Validasi syarat-syarat teknis perancangan dilakukan dengan persetujuan oleh pengguna, pakar desain, dan tenaga LAB jurusan Teknik Mesin UNNES. Pada proses perancangan mesin pembuat bubur kertas kapasitas 900liter, validasi persyaratan teknis dilakukan dengan meminta persetujuan dari tim bangvasi

UNNES. Karena tim Bangvasi UNNES telah melakukan pengolahan sampah kertas untuk dijadikan kertas seni yang memiliki daya jula yang tinggi.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Perancangan

##### 4.1.1 Analisis Kebutuhan Pengguna

Daftar kebutuhan pengguna diperoleh dari penyebaran kuesioner ke pengguna (*responden*). Penyebaran kuesioner dilakukan dengan metode kuesioner tertutup yang diberikan terhadap pengguna, yakni staf Badan Pengembangan Konservasi (BANGVASI) Universitas Negeri Semarang. Penentuan BANGVASI sebagai pengguna karena BANGVASI aktif dalam proses *recycle* kertas untuk dijadikan kertas seni. Kuisisioner tertutup disajikan pada Lampiran 14. Data atribut mesin pembuat bubur kertas yang diinginkan pengguna dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data atribut mesin pembuat bubur kertas yang diinginkan pengguna

No.	ATRIBUT		
	Primer	Sekunder	Tersier
1	Desain	Dimensi	Lebar mesin $\leq$ lebar 1 daun pintu tunggal (80cm)
2			Ketinggian ergonomi orang Asia ( $\pm 100$ cm)
3		Mesin tidak bising	Menggunakan motor listrik
4		Kemudahan perakitan	Menggunakan sambungan mur baut
5		Pengoprasian	Menggunakan satu saklar untuk menyalakan mesin
6		Pengambilan hasil produksi	Menggunakan saluran pembuangan
7		Perawatan	Sperpart mudah didapat dipasaran
8			Mudah perawatan
9			Kemudahan perakitan
10		Mobilitas mesin	Menggunakan roda
11		Kapasitas produksi	Mampu memproduksi 900 liter/jam
12		Kemampuan produksi	Mampu memproduksi kertas HVS, kardus, koran dan kertas <i>leaflet</i>

13		Alat pengaduk	Mengaduk dan menghasilkan bubur kertas dengan cepat
14	Bahan	Rangka	Material yang kuat, ringan dan anti karat
15		Tabung dan poros ulir helik	Material yang kuat, ringan dan anti karat
16	Fungsi	Utama	Mesin pembuat bubur kertas

#### 4.1.2 Tingkat Kepentingan Mesin Pembuat Bubur Kertas

Penentuan tingkat kepentingan kebutuhan pengguna mesin pembuat bubur kertas dengan memberikan bobot presentase pada tiap atribut menggunakan skala prioritas. Skala prioritas yang digunakan antara 1-5, semakin tinggi skala prioritas yang diberikan maka semakin tinggi nilai kepentingan atribut tersebut. Tingkat kepentingan mesin pembuat bubur kertas dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Tingkat kepentingan mesin pembuat bubur kertas

No.	ATRIBUT			Tingkat Kepentingan
	Primer	Sekunder	Tersier	
1	Desain	Dimensi	Lebar mesin $\leq$ lebar 1 daun pintu tunggal (80 cm)	5
2			Ketinggian orang Asia ( $\pm 100$ cm)	5
3		Mesin tidak bising	Menggunakan motor listrik	5
4		Kemudahan perakitan	Menggunakan sambungan mur baut	4
5		Pengoprasian	Menggunakan satu saklar untuk menyalakan mesin	3
6		Pengambilan hasil produksi	Menggunakan saluran pembuangan	4
7		Perawatan	Sperpart mudah didapat dipasaran	4
8			Mudah perawatan	5
9			Kemudahan perakitan	4
10		Mobilitas mesin	Menggunakan roda	4
11		Kapasitas produksi	Mampu memproduksi 900 liter/jam	5

12		Kemampuan produksi	Mampu memproduksi kertas HVS, kardus, koran dan kertas <i>leaflet</i>	5
13		Alat pengaduk	Mengaduk dan menghasilkan bubur kertas dengan cepat	5
14	Bahan	Rangka	Material yang kuat, ringan dan anti karat	5
15		Tabung dan poros ulir helik	Material yang kuat, ringan dan anti karat	5
16	Fungsi	Utama	Mesin pembuat bubur kertas	5

#### 4.1.3 Evaluasi Atribut Produk Pesaing

Evaluasi atribut produk pesaing didapatkan dengan mengkaji atribut produk pesaing yang diperoleh dari penyebaran kuisisioner berdasarkan tingkat kepentingan. Data atribut produk pesaing dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Evaluasi atribut produk pesaing

No.	ATRIBUT			Tingkat Kepentingan		
	Primer	Sekunder	Tersier	Pesaing 1	Pesaing 2	Pesaing 3
1	Desain	Dimensi	Lebar mesin $\leq$ lebar 1 daun pintu tunggal (80 cm)	5	5	3
2			Ketinggian orang Asia ( $\pm 100$ cm)	3	4	3
3		Mesin tidak bising	Menggunakan motor listrik	5	5	5
4		Kemudahan perakitan	Menggunakan sambungan mur baut	3	4	4
5		Pengoprasian	Menggunakan satu saklar untuk menyalakan mesin	5	5	5
6		Pengambilan hasil produksi	Menggunakan saluran pembuangan	3	3	5
7		Perawatan	Sperpart mudah didapat dipasaran	3	4	4
8			Mudah perawatan	4	4	4
9			Kemudahan perakitan	3	4	3
10		Mobilitas mesin	Menggunakan roda	2	4	2

11		Kapasitas produksi	Mampu memproduksi 900 liter/jam	2	3	5
12		Kemampuan produksi	Mampu memproduksi kertas HVS, kardus, koran dan kertas <i>leaflet</i>	3	5	5
13	Bahan	Alat pengaduk	Mengaduk dan menghasilkan bubur kertas dengan cepat	2	4	5
14		Rangka	Material yang kuat, ringan dan anti karat	4	5	4
15		Tabung dan poros ulir helik	Material yang kuat, ringan dan anti karat	4	5	4
16	Fungsi	Utama	Mesin pembuat bubur kertas	3	5	5

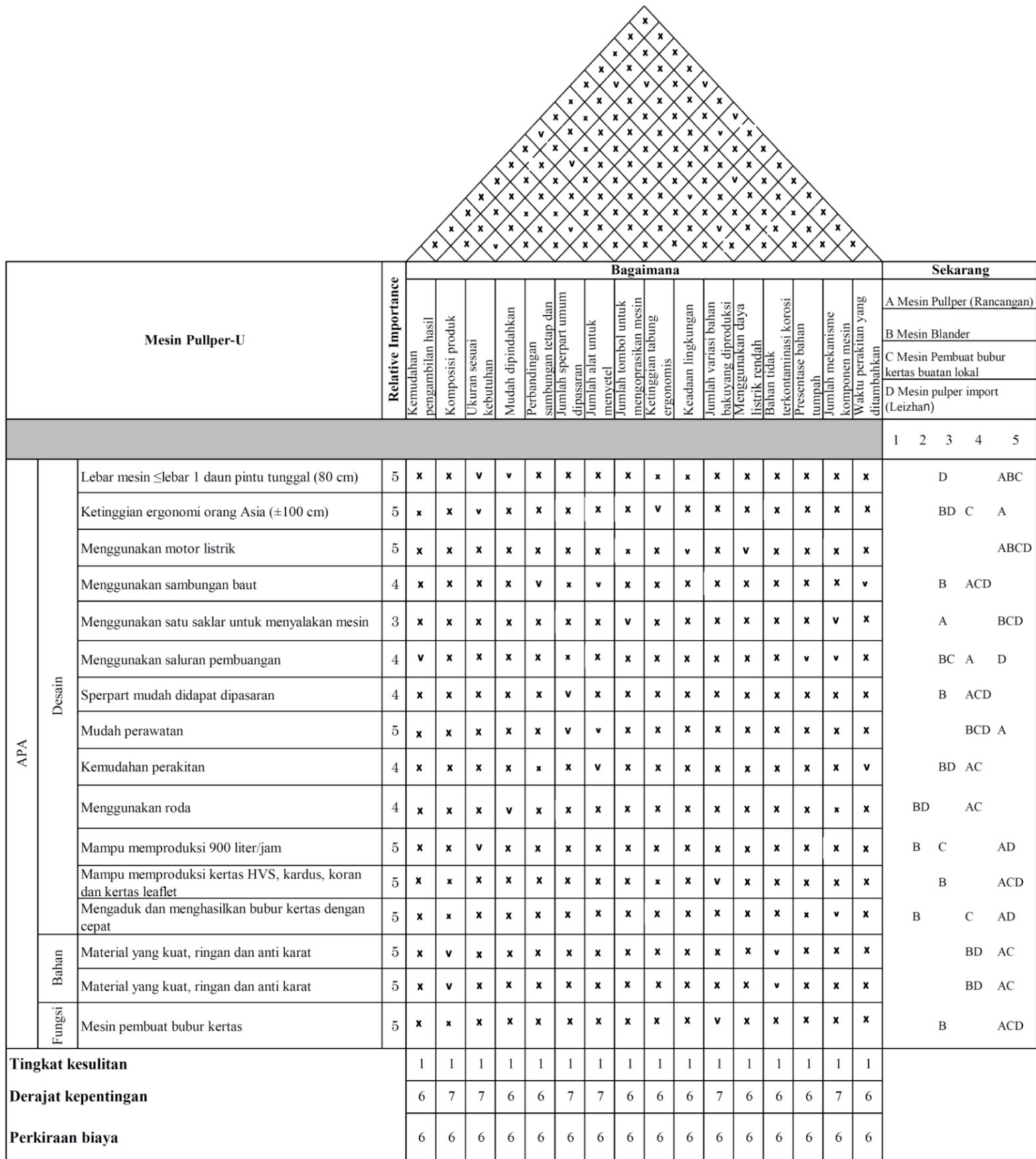


Gambar 4. 1 (A) mesin blender pesaing 1, (B) mesin pembuat bubur kertas buatan lokal pesaing 2, mesin pembuat bubur kertas leizhan pesaing 3.  
(Sumber: Google.com)

#### 4.1.4 Rumah Kualitas (HoQ)

Rumah kualitas merupakan penggabungan dari karakteristik teknik dan atribut yang diinginkan oleh pengguna. Proses identifikasi hubungan antara atribut produk dan karakteristik teknik dengan memberikan bobot hubungan antara atribut produk dengan karakteristik teknik. Atribut produk terletak pada kolom “Apa” dan karakteristik teknik terletak pada kolom “Bagaiman” pada rumah kualitas.

Selain mengidentifikasi hubungan antara atribut produk dengan karakteristik teknik, dilakukan identifikasi hubungan antara sesama karakteristik teknik. Penentuan tingkat kesulitan dapat dihitung dengan persamaan 2.1, sedangkan derajat kepentingan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2 dan perkiraan biaya dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3. Hasil perhitungan ditampilkan pada diagram rumah kualitas Gambar 4.2 dan perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran 6.



<p><b>Tingkat kesulitan</b></p> <p>1 = Mudah = 1-20%</p> <p>3 = Cukup mudah = 21-40%</p> <p>5 = Sulit = 41-60%</p> <p>7 = Sangat sulit = 61-80%</p> <p>9 = Mutlak sulit = 81-100%</p>	<p><b>Derajat kepentingan</b></p> <p>1-15 = Cukup penting</p> <p>16-30 = Penting</p> <p>31-45 = Sangat penting</p>	<p><b>Perkiraan biaya</b></p> <p>1-15 = Murah</p> <p>16-30 = Mahal</p> <p>31-45 = Sangat mahal</p>	<p>V = Hubungan positif kuat = 4</p> <p>v = Hubungan positif sedang = 3</p> <p>x = Hubungan negatif sedang = 2</p> <p>X = Hubungan negatif kuat = 1</p>
---	--	--	---

Gambar 4. 2 Diagram rumah kualitas (HOQ)

Dari diagram rumah kualitas didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

### **1. Persyaratan teknis mesin pembuat bubur**

- 1) Mesin pembuat bubur kertas mempunyai lebar  $\leq$  lebar 1 daun pintu tunggal (80cm).
- 2) Ketinggian mesin pembuat bubur kertas sesuai dengan ketinggian ergonomi orang Asia ( $\pm 100$ cm).
- 3) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan motor penggerak motor listrik.
- 4) Menggunakan sambungan mur baut pada komponen mesin yang mempunyai fungsi untuk kemudahan perakitan dan perawatan.
- 5) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan satu saklar untuk kemudahan dalam pengoprasian mesin.
- 6) Pengambilan hasil produksi (bubur kertas) melalui saluran pembuangan.
- 7) Komponen-komponen mesin yang digunakan mudah dijumpai dipasaran, untuk kemudahan dalam perawatan.
- 8) Mesin pembuat bubur kertas mudah dalam perawatan.
- 9) Mesin pembuat bubur kertas mudah dalam perakitan.
- 10) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan roda untuk kemudahan mobilitas mesin.
- 11) Mesin pembuat bubur kertas mampu memproduksi 900 liter/jam.
- 12) Mesin pembuat bubur kertas mampu memproduksi kertas HSV, kardus, koran dan kertas leaflet.
- 13) Poros pengaduk mesin pembuat bubur kertas mampu mengaduk dan menghasilkan bubur kertas dengan cepat.
- 14) Rangka mesin menggunakan material kuat, ringan dan anti karat.

- 15) Tabung, poros pengaduk menggunakan material kuat, ringan dan anti karat.
- 16) Mesin pembuat bubur kertas mempunyai fungsi utama untuk memproduksi bubur kertas.

## **2. Tingkat kesulitan**

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat kesulitan pada diagram rumah kualitas Gambar 4.2, karakteristik teknik secara keseluruhan mudah dalam pengerjaan. Ditunjukkan dengan hasil perhitungan tingkat kesulitan karakteristik teknik antara 1-20% masuk pada kriteria mudah untuk dikerjakan.

## **3. Tingkat kepentingan**

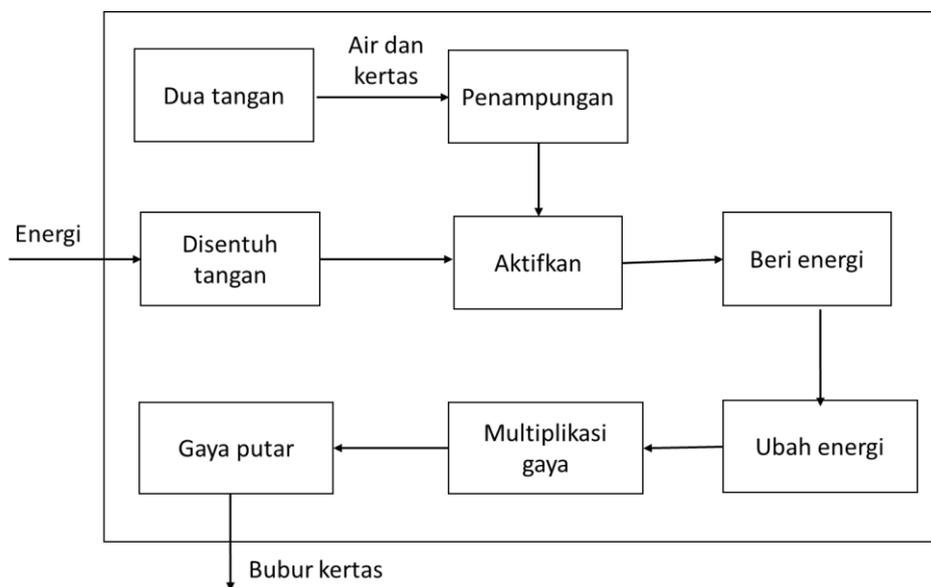
Berdasarkan hasil perhitungan tingkat kepentingan karakteristik teknik pada diagram rumah kualitas Gambar 4.2, didapatkan nilai tingkat kepentingan tiap karakteristik teknik tergolong cukup penting. Ditunjukkan bahwasanya hasil perhitungan tingkat kepentingan yang didapatkan masuk pada rentang nilai 1-15, atau masuk pada kategori cukup penting.

## **4. Perkiraan biaya**

Sesuai dengan hasil perhitungan perkiraan biaya pada diagram rumah kualitas Gambar 4.2, didapatkan perkiraan biaya rancangan mesin tergolong murah. Perkiraan biaya rancangan mesin murah berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan yakni masuk pada kategori murah dengan rentang nilai antara 1-15.

#### 4.1.5 Matriks Morfologi

Berdasarkan dari, rumah kualitas (HoQ) didapatkan persyaratan-persyaratan teknis mesin pembuat bubur kertas sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dari persyaratan teknis yang didapatkan, dibuat fungsi mesin pembuat bubur kertas dan matrik morfologi mengenai kosep produk. Fungsi mesin pembuat bubur kertas ditunjukkan pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4. 3 Blok fungsi mesin pembuat bubur kertas

Urutan dari blok fungsi mesin pembuat bubur kertas sebagai berikut: “Dua tangan” langkah memasukkan air dan kertas kedalam tabung “Penampungan”, langkah selanjutnya pemberian “Energi” pada mesin, hubungkan mesin pembuat bubur kertas dengan arus listrik. “Disentuh tangan” nyalakan tombol On/Of pada mesin untuk “Aktifasi” motor penggerak “Beri energi”. Setelah motor penggerak dihubungkan dengan arus listrik, motor mengubah arus listrik menjadi gerak putar “Ubah energi”. “Multiplikasi gaya” menghubungkan gerak putar poros motor

dengan poros pengaduk menggunakan *v-belt* dan *pulley* untuk memberikan “Gaya putar” pada poros pengaduk. Langkah terakhir, pengambilan “Bubur kertas”.

Setelah didapatkan blok fungsi, dilanjutkan pada proses pencarian solusi pada setiap sub-fungsi. Solusi yang memenuhi sub-fungsi bukan sebagai konsep produk namun baru konsep elemen. Konsep produk didapatkan dari kombinasi antara konsep elemen. Untuk matriks morfologi ditampilkan pada Tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4. 4 Matrik morfologi mesin pembuat bubur kertas

<b>Energi Sub-fungsi</b>	<b>Mekanik</b>
Penampung produk	A.1 Tabung
	A.2 Ember
Beri energi	B.1 Motor listrik
Transfer energi	C.1 <i>Gearbox</i>
	C.2 <i>Pulley v-belt</i>
	C.3 <i>Kopling flens</i>
P penghancuran	D.1 Pisau rotari
	D.2 Poros ulir helik
Pembuangan	E.1 Saluran
	E.2 Pengangkatan

Dari tabel morfologi diatas dapat disusun model varian (konsep prodak) mesin pembuat bubur kertas yang dikombinasikan dari Tabel 4.1 adalah sebagai berikut:

$$\text{Konsep 1} = A.1+B.1+C.3+D.1+E.2$$

$$\text{Konsep 2} = A.1+B.1+C.1+D.1+E.2$$

$$\text{Konsep 3} = A.1+B.1+C.3+D.1+E2$$

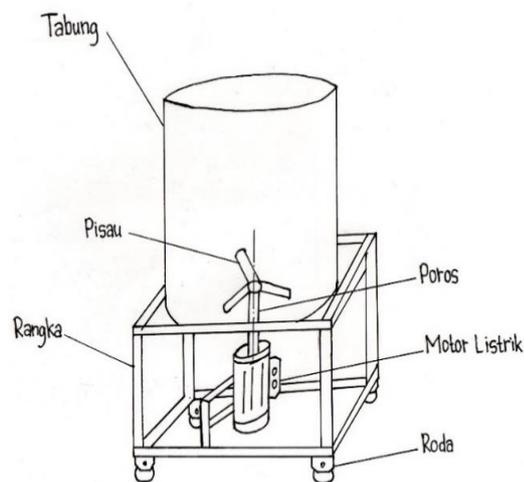
$$\text{Konsep 4} = A.1+B.1+C.2+D.1+D.2+E.1$$

Rancangan kosep yang diperoleh dari morfologi fungsi kemudia diwujudkan kedalam gambar sket, yang berfungsi untuk memperjelas mengenai kosep produk yang akan dibuat. Gambar rancangan dari konsep dapat dilihat pada Gambar 4.3 s/d 4.6 dibawah ini.

#### 4.1.6 Perancangan Konsep Produk

##### 1. Konsep Pertama

Konsep produk pertama mempunyai prinsip kerja, motor penggerak dihubungkan secara langsung dengan pisau *rotary* menggunakan kopling *flens*. Sehingga pisau *rotary* mempunyai kecepatan putar sama dengan putaran motor penggerak. Pada konsep pertama ini, tabung berada di atas motor penggerak yang ditopang oleh *frame* (rangka mesin) yang dilengkapi dengan roda penggerak untuk mempermudah dalam memindahkan mesin. Proses pengambilan hasil produksi melalui lubang pada tabung bagian atas diambil secara manual dengan menggunakan alat bantu gayung untuk mempermudah dalam proses pengambilan.

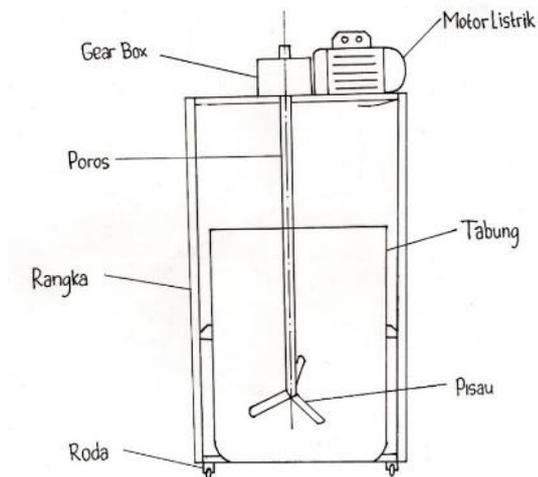


Gambar 4. 4 Sket konsep produk pertama

##### 2. Konsep Kedua

Konsep rancangan kedua mempunyai rancangan sistem kerja motor penggerak dihubungkan dengan *gearbox* yang berfungsi untuk mereduksi putaran pada motor penggerak yang kemudian dihubungkan ke poros pisau

pencacah sehingga poros pengaduk mempunyai putaran rendah dan mempunyai torsi yang tinggi. Poros pengaduk dirancang lebih panjang yang dapat dinaik turunkan untuk proses produksi.

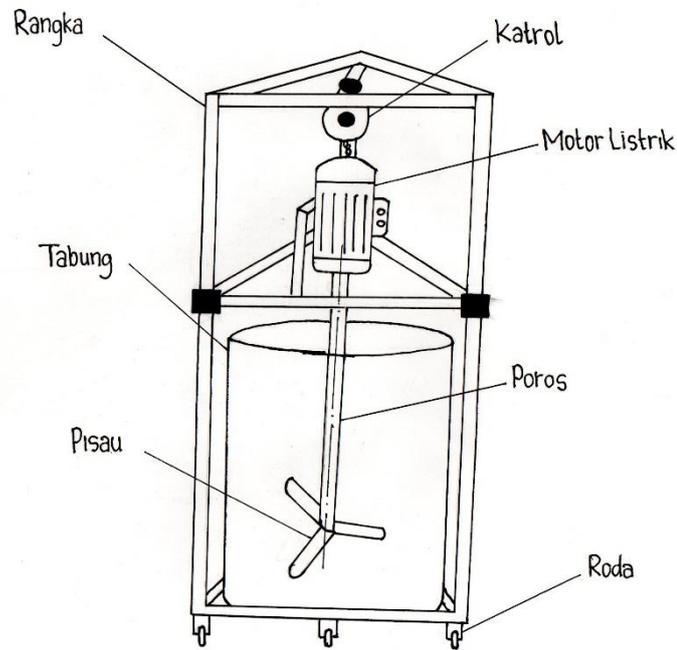


Gambar 4. 5 Sket Konsep Produk Kedua

### 3. Konsep Ketiga

Konsep produk ketiga mempunyai sistem kerja motor listrik dihubungkan dengan pisau *rotary* secara langsung dengan menggunakan sambungan kopling *flens*, sehingga putaran pada poros pisau *rotary* sama dengan putaran pada motor penggerak. Pada konsep produk ketiga, tabung berada dibawah motor listrik, sedangkan poros pengaduk didesain sedikit panjang yang nantinya dapat digerakkan naik dan turun dalam proses produksi. Motor penggerak dan poros pengaduk digantung dengan menggunakan katrol yang dikaitkan pada rangka mesin untuk menaikkan dan menurunkan pisau *rotary*. Untuk memudahkan dalam mobilitas, pada rancangan konsep ini dilengkapi dengan roda. Sedangkan untuk memasukkan dan pengambilan melalui lubang tabung pada bagian atas

dengan cara menaikkan motor penggerak dan poros pengaduk keatas untuk pengambilan produk.

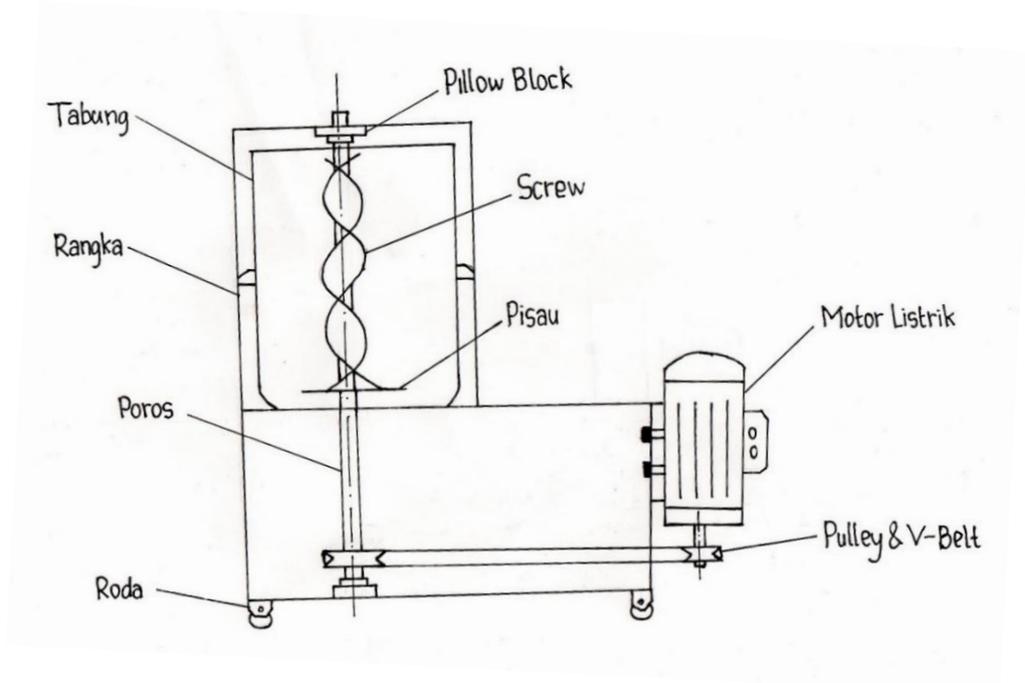


Gambar 4. 6 Sket konsep produk ketiga

#### 4. Konsep Keempat

Konsep produk keempat, mempunyai mekanisme kerja motor penggerak dihubungkan dengan pisau *rotary* menggunakan sistem tranmisi *v-belt* sehingga poros pisau dapat berputar secara bersamaan dengan motor penggerak. Untuk mengatur besarnya kecepatan pada putaran poros pisau *rotary* dengan mengatur perbandingan pada *pulley* yang digunakan. Pada konsep produk ini, tabung berada diatas rangka mesin, sedangkan poros pengaduk dibuat memanjang ke bawah. Untuk sistem tranmisi *v-belt* berada dibawah tabung dengan motor penggerak berada di samping rangka mesin. Pada konsep produk keempat,

pemasukkan kertas dan air melalui lubang tabung bagian atas, sedangkan untuk pengambilan produk melalui saluran pembuangan yang berada dibawah tabung.



Gambar 4. 7 Konsep produk keempat

#### 4.1.7 Pemilihan Konsep Produk

Pemilihan konsep produk dengan memberikan skor pada tiap-tiap konsep produk. Pada pemilihan konsep produk, tiap kriteria teknik diberi bobot berdasarkan dengan tingkat kepentingan. Semakin tinggi nilai bobot pada kriteria teknik, kriteria teknik tersebut mempunyai tingkat kepentingan lebih dibandingkan dengan kriteria teknik yang lain. Setiap rancangan konsep dibandingkan dengan produk referensi yang sudah ditetapkan dari konsep produk. Produk yang dijadikan referensi dalam penentuan konsep produk yang akan dikembangkan adalah konsep produk pertama. Berikut merupakan tabel pemilihan konsep produk yang akan dipilih dengan memberikan skor pada tiap-tiap konsep produk.

Tabel 4. 5 Matrik keputusan dasar konsep mesin *pulper*

	Kriteria	Bobot	Alternatif			
			Konsep produk ke-1	Konsep produk ke-2	Konsep produk ke-3	Konsep produk ke-4
1	Lebar mesin $\leq$ lebar satu daun pintu tunggal (80 cm)	8	REFERENSI	S	S	S
2	Ketinggian orang Asia ( $\pm 100$ cm)	8		-	-	S
3	Menggunakan motor listrik	5		S	S	S
4	Menggunakan sambungan mur baut	5		S	S	S
5	Menggunakan satu saklar untuk menyalakan mesin	3		S	S	S
6	Menggunakan saluran pembuangan	5		S	S	+
7	Sperpart mudah didapat dipasaran	5		S	S	S
8	Mudah perawatan	5		S	S	S
9	Kemudahan perakitan	4		-	-	S
10	Menggunakan roda	4		S	S	S
11	Mampu memproduksi 900 liter/jam	8		-	-	+
12	Mampu memproduksi kertas HVS, kardus, koran dan kertas leaflet	9		S	S	S
13	Mengaduk dan menghasilkan bubur kertas dengan cepat	10		-	-	+
14	Rangka menggunakan Material yang kuat, ringan dan anti karat	6		S	S	S
15	Tabung menggunakan material yang kuat, ringan dan anti karat	6		S	S	S
16	Mesin pembuat bubur kertas	9		S	S	S
<b>Total +</b>			-	0	0	8
<b>Total S</b>			-	12	12	13
<b>Total -</b>			-	4	4	0
<b>Nilai akhir (setelah bobot diperhitungkan)</b>			-	-30	-30	23

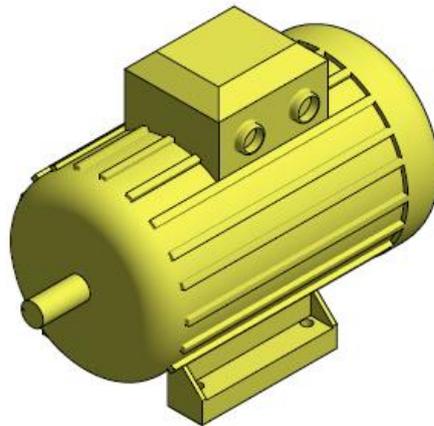
Symbol	Nilai
+	= 1
S	= 0
-	= -1

Berdasarkan matrik pengambilan keputusan, didapatkan konsep produk yang memiliki skor tertinggi yaitu pada konsep produk ke-4. Konsep produk ke-4

dikembangkan ke proses selanjutnya untuk menjadi produk mesin pembuat bubuk kertas.

#### 4.1.8 Perancangan Produk

Konsep produk ke-4 merupakan konsep produk terpilih yang dilanjutkan pada proses perancangan produk. Perancangan produk atau disebut juga pemberian bentuk pada konsep produk ke-4 yang awalnya masih berupa gambar sket dengan menggunakan *software* inventor. Berikut merupakan model komponen-komponen dari mesin pembuat bubuk kertas dapat dilihat pada Gambar 4.7 s/d 4.16.



Gambar 4. 8 Motor listrik 1.5 Hp

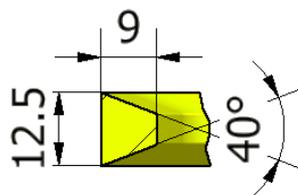
Motor penggerak menggunakan motor listrik 1 phase, penentuan motor penggerak menggunakan motor listrik dikarenakan motor listrik tidak menimbulkan gas buang dan tidak menimbulkan kebisingan pada saat proses produksi. Motor listrik menggunakan motor listrik 1.5 Hp dengan kecepatan putaran 1450Rpm. Penentuan daya motor penggerak dapat dihitung dengan

menggunakan persamaan 2.25 dan perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran 7.



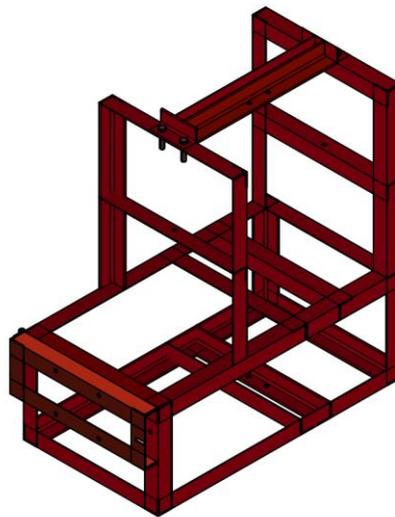
Gambar 4. 9 *Pulley*

Sistem tranmisi yang digunakan pada mesin pembuat bubuk kertas menggunakan tranmisi *pulley* dan *v-belt*. *Pulley* menggunakan tipe A-2 dengan material besi cor. Penggunaan *pulley* A-2 untuk mengurangi terjadinya selip pada *v-belt*, selain itu pemilihan *pulley* tipe V dipilih karena mudah untuk ditemukan dipasaran, sehingga dapat mempermudah untuk perawatan mesin. *Pulley* menggunakan perbandingan 2:5 dengan besarnya sudut kontak 174.36 rad, 2 inch untuk poros motor penggerak dan 5 inch digunakan pada poros pengaduk. Perbandingan *pulley* 2:5 digunakan untuk mereduksi putaran motor penggerak 1450 Rpm untuk menjadi 580 Rpm. Perbandingan *pulley* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.10 dan perhitungan sudut kontak dihitung dengan menggunakan persamaan 2.11. Perhitungan perbandingan *pulley* secara lengkap disajikan pada Lampiran 9.



Gambar 4. 10 *V-belt* A1

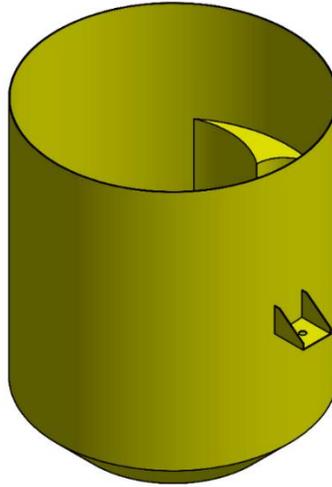
Penggunaan sistem tranmisi *v-belt* pada mesin pembuat bubur kertas, karena sistem tranmisi *v-belt* dan *pulley* tidak menimbulkan kebisingan pada saat mesin beroperasi, selain itu sitem tranmisi menggunakan *v-belt* lebih ekonomis dibandingkan dengan tranmisi roda gigi maupun menggunakan rantai dan *v-belt* tipe V mudah ditemukan dipasaran sehingga mempermudah dalam perawatan mesin. Panjang keliling sabuk yang diperlukan pada tranmisi mesin pembuat bubur kertas sebesar 25167.49 mm dengan sudut kontak sebesar 0.04 rad. Kecepatan keliling sabuk pada saat mesin beroperasi sebesar 6.64 m/s dan dinyatakan “Aman” karena masih dibawah 10 m/s yang merupakan batas aman rancangan kecepatan sabuk. Perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran 9.



Gambar 4. 11 Rangka mesin

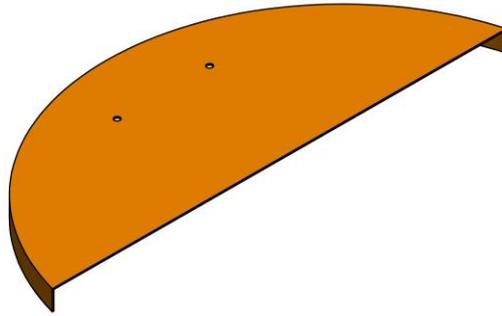
Konstruksi rangka mesin pembuat bubur kertas menggunakan material ST 37-2 siku 50x50x5mm. Rangka mesin mempunyai ukuran panjang 900 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 1000 mm. Lebar mesin dirancang 500 mm bertujuan untuk memudahkan dalam penempatan atau pemindahan mesin kedalam ruang produksi. Ditinjau berdasarkan lebar rata-rata satu daun pintu perumahan adalah 800 mm. Ketinggian mesin dirancang sesuai dengan ketinggian ergonomi rata-rata orang

Asia, sehingga dapat memberikan kenyamanan, keamanan pada saat pengoprasian mesin.



Gambar 4. 12 Tabung

Tabung dibuat dengan menggunakan material *stainless steel* 304 yang tahan terhadap korosi. Produksi bubur kertas menggunakan campuran air dan kertas sehingga dapat mengakibatkan korosi pada material. Bagian dalam tabung dirancang plat pengarah, berfungsi untuk mengarahkan aliran kertas dan air untuk menuju keporos pengaduk. Tabung dirancang mempunyai kapasitas produksi 900liter/jam, untuk satu kali proses produksi mesin mampu memproduksi 2.9 kg kertas kering/3 menit dengan perbandingan air dan kertas 1:17. Perhitungan kapasitas produksi mesin pembuat bubur kertas secara lengkap disajikan pada Lampiran 16.



Gambar 4. 13 Tutup tabung

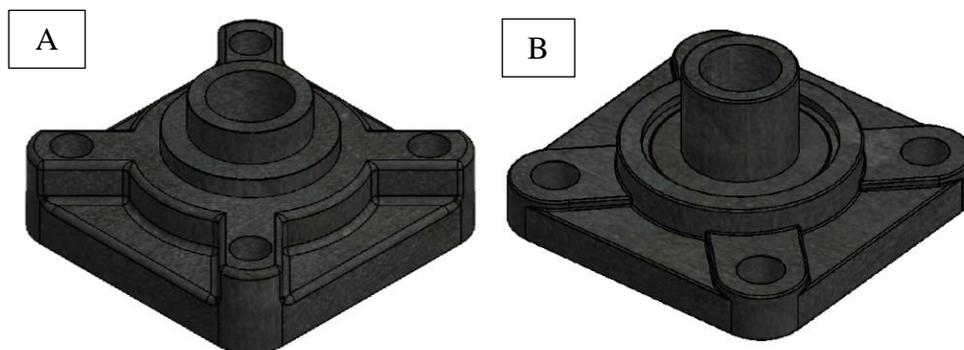
Tutup tabung menggunakan material *stainless steel* 304. Tutup tabung berfungsi sebagai penghalang kertas dan air yang terplanting dari dalam tabung pada saat proses produksi.



Gambar 4. 14 Poros pengaduk

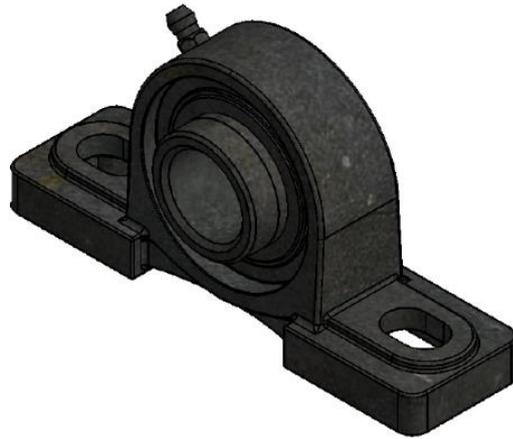
Poros pengaduk berfungsi untuk mengaduk dan memotong kertas hingga menjadi bubur kertas. Diameter poros pengaduk menggunakan diameter 25.9 mm dengan menggunakan material *stainless steel* 304. Poros pengaduk terdapat tiga *screw* yang berfungsi untuk mengoptimalkan proses pengadukan dan pencacahan kertas. Bagian poros pengaduk terdapat pisau planer berjumlah delapan buah. Masing-masing pisau planer menerima gaya sebesar 505.385N dan secara keseluruhan gaya yang terjadi pada pisau planer pada saat produksi sebesar

4043.08N. Pisau planer dirancang untuk kemudahan dalam perawatan yakni dengan menggunakan sambungan mur baut, sehingga pisau mudah dilepas tanpa harus mengganti secara keseluruhan poros pengaduk. Pisau planer berjumlah delapan buah digunakan untuk mempercepat proses pencacahan kertas hingga menjadi bubur kertas. Besarnya gaya yang terjadi pada pisau planer dapat dihitung dengan persamaan 2.23 dan perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampira 12. Pisau planer memiliki fungsi untuk mencacah kertas majadi bubur secara cepat. Poros pengaduk berputar dengan kecepatan 580 Rpm sedangkan *screw* berputar dengan kecepatan 1740 Rpm dan pisau planer berputar dengan kecepatan 4640 Rpm. Perhitungan besarnya diameter poros pengaduk dihitung dengan persamaan 2.18 sedangkan perhitungan kecepatan putaran pada poros, *screw* dan pisau dihitung dengan persamaan 2.20 dan, 2.21. Perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran 11 dan Lampiran 12.



Gambar 4. 15 *Bearing (A) Pillow Block F207 Ø25mm; (B) Pillow Block F207 Ø20mm*

*Bearing (A) Pillow Block F207 Ø25mm* digunakan untuk menahan poros pengaduk bagian atas tabung. *Bearing (B) Pillow Block F207 Ø20mm* digunakan untuk menahan poros pengaduk bagian bawah tabung.



Gambar 4. 16 *Bearing* UCP204  $\varnothing$ 25mm

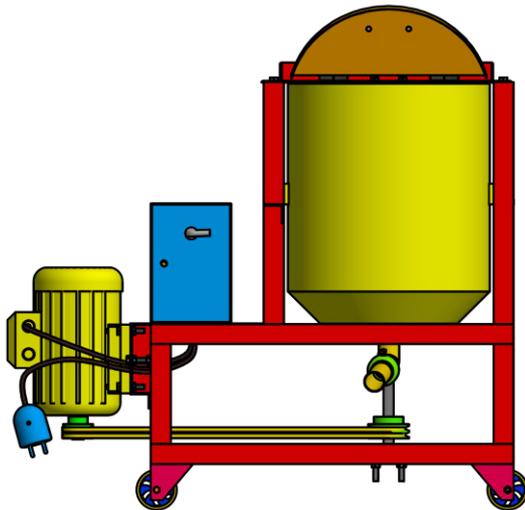
*Bearing* UCP  $\varnothing$ 20mm digunakan untuk menahan poros pengaduk bagian tengah (dibawah tabung).



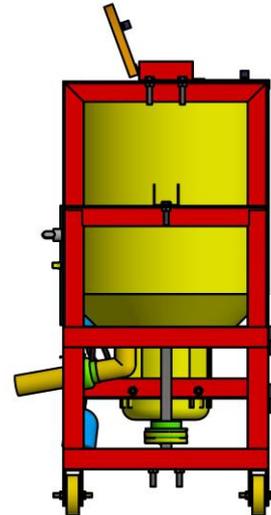
Gambar 4. 17 Mur Baut

Penggunaan sambungan mur baut bertujuan untuk mempermudah dalam pemasangan dan pelepasan komponen mesin pada saat perakitan dan perawatan komponen mesin. Mur baut menggunakan ukuran M6, perhitungan diameter baut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7 dan perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran 8.

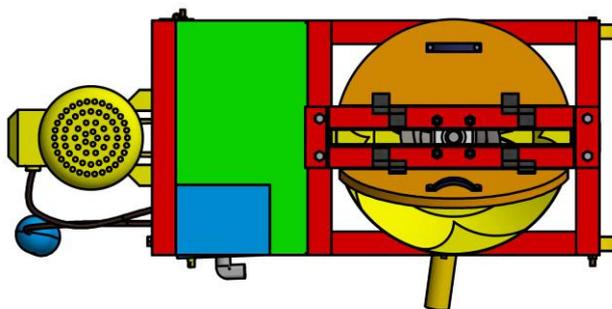
Berikut ini merupakan model keseluruhan dan dimensi konsep rancangan produk keempat. Model keseluruhan kosep rancangan produk keempat dapat dilihat pada gambar 4.17.



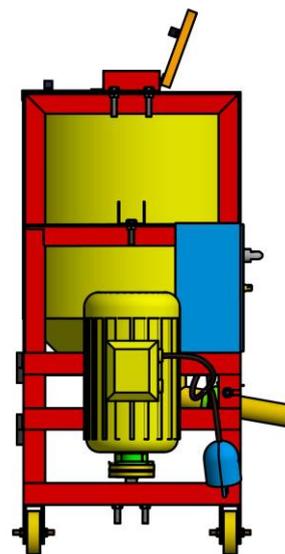
Tampak depan



Tampak samping kanan



Tampak atas



Tampak samping kiri

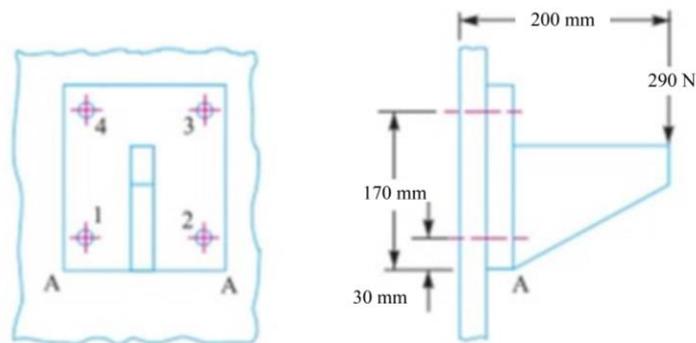
Gambar 4. 18 Model keseluruhan mesin pembuat bubur kertas konsep produk keempat

#### 4.1.9 Perancangan Elemen Mesin

Hasil perancangan produk didapatkan gambar bentuk (3D) mesin pembuat bubuk kertas. Langkah selanjutnya perancangan elemen mesin konsep produk ke-4. Berikut merupakan hasil perhitunganan analisi kekuatan sambungan dari rancangan konsep produk mesin pembuat bubuk kertas.

##### 1) Sambungan Baut

Sambungan mur baut pada dudukan motor mengalami pembebanan eksentris tegak lurus dengan sumbu baut. Penentuan besarnya beban geser ( $ws$ ) yang terjadi pada baut dapat dihitung dengan persamaan 2.4, beban tarik ( $wt$ ) yang terjadi pada baut dapat dihitung menggunakan persamaan 2.5, sedangkan beban tarik ekuivalen ( $Wte$ ) dapat dihitung menggunakan persamaan 2.6. Beban baut yang dihitung merupakan baut yang mendapatkan pembebanan dari motor penggerak. Beban sambungan baut pada dudukan motor disajikan pada Tabel 4.6 dan perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran 8.



Gambar 4. 19 Pembebanan pada baut dudukan motor

Tabel 4. 6 Spesifikasi beban sambungan baut

	Ukuran
$W_s$ [N]	72.5
$W_t$ [N]	165.43
$W_{te}$ [N]	192.7
$sf_{\text{baut}}$	3.3

## 2) Poros

Penentuan besarnya daya rencana ( $Pd$ ) dihitung menggunakan persamaan 2.16, sedangkan penentuan besarnya tegangan geser ( $\tau_{gs}$ ) poros pengaduk dihitung menggunakan persamaan 2.17 dan penentuan diameter poros dihitung menggunakan persamaan 2.19. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan perhitungan secara lengkap ditampilkan pada Lampiran 10.

Tabel 4. 7 Perhitungan poros

	Ukuran
$Pd$	16785.18 Watt
$\tau_{gs}$	1.57 N/mm <sup>2</sup>
$d$	75.69mm
$\tau_g$	118.86 N/mm <sup>2</sup>

## 3) Sambungan Las

Dudukan tabung mendapatkan pembebanan tabung pada saat proses produksi. Penentuan besarnya kekuatan tarik ( $\sigma_t$ ) sambungan las *butt joint* dihitung

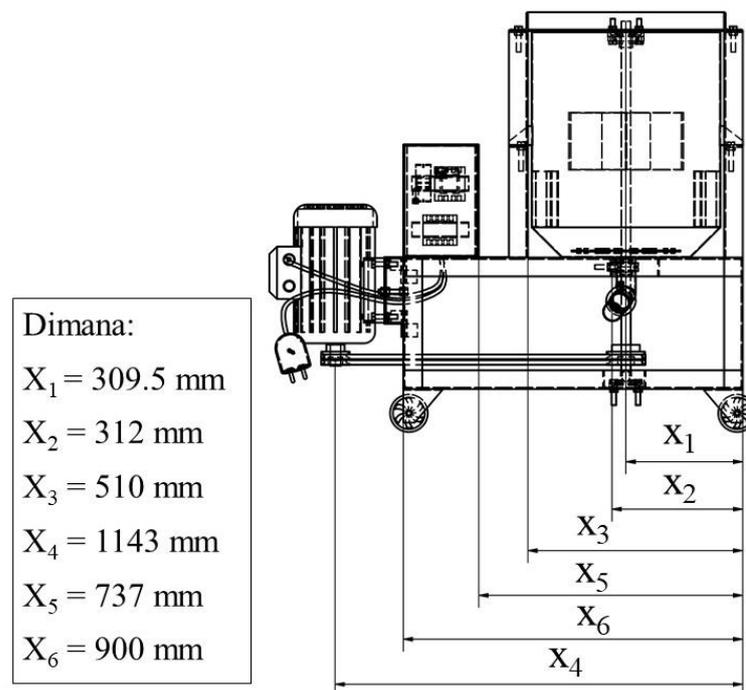
menggunakan persamaan 2.9. Hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 4.8 dan perhitungan secara lengkap dilihat pada Lampiran 14.

Tabel 4. 8 Sambungan las

	Ukuran
$Wb_l$ [N]	307.6
$A$ [mm]	150
$\sigma_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	2.05
$Sf_{las}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	201.79

#### 4) *Center Gravity*

*Center gravity* digunakan untuk menentukan titik 0 (nol) pada rangka mesin. Penentuan *center gravity* bertujuan untuk membagi beban agar merata pada tiap kaki-kaki rangka mesin rangka mesin. Penentuan *center gravity* dihitung menggunakan persamaan 2.27. Perhitungan secara lengkap disajikan pada Lampiran 15.



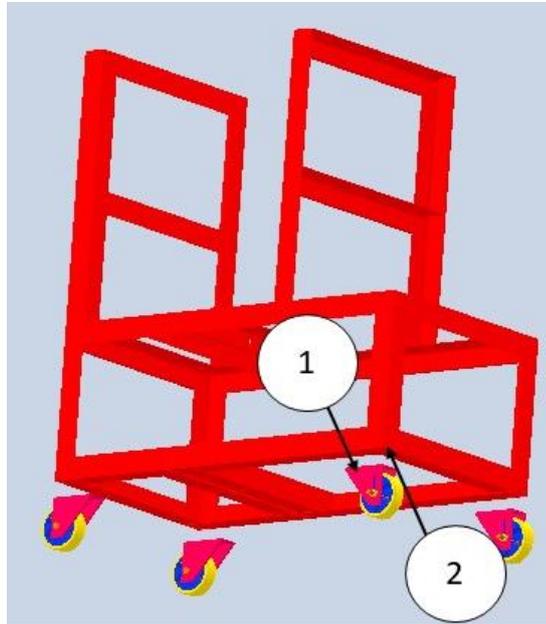
Gambar 4. 20 Dimensi antar komponen

Hasil perhitungan didapatkan nilai  $RB = 1214.934$  dan  $RA = 1214.934$ . Dimana sudah memenuhi  $RA=RB$ , dan titik 0 (nol) mesin terletak pada poros pengaduk.

#### 4.1.10 Analisis *Mockup*

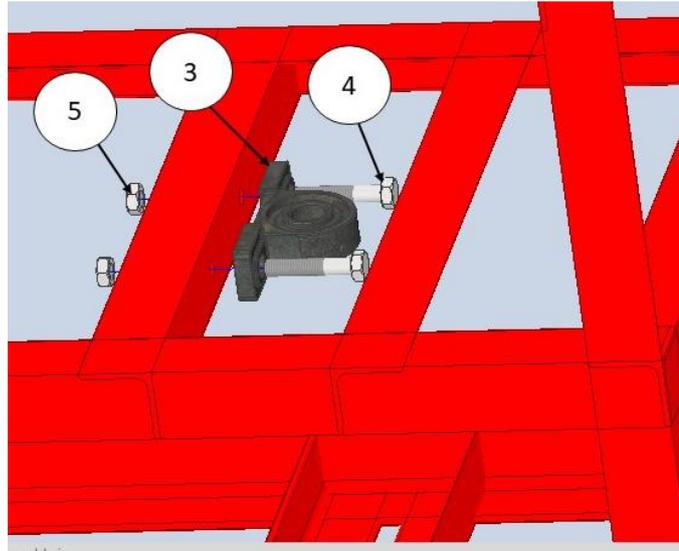
Setelah didapatkan rancangan produk *solid 3D*, rancangan produk dilanjutkan pada proses analisi *mockup* atau memberikan urutan susunan tiap komponen pada rancangan mesin agar sesuai dengan fungsi mesin yang telah ditentukan. Gambar *mockup* rancangan mesin pembuat bubur kertas dapat dilihat pada Gambar 4.19 s/d 4.34.

- 1) Pemasangan roda pada rangka mesin menggunakan sambungan las.



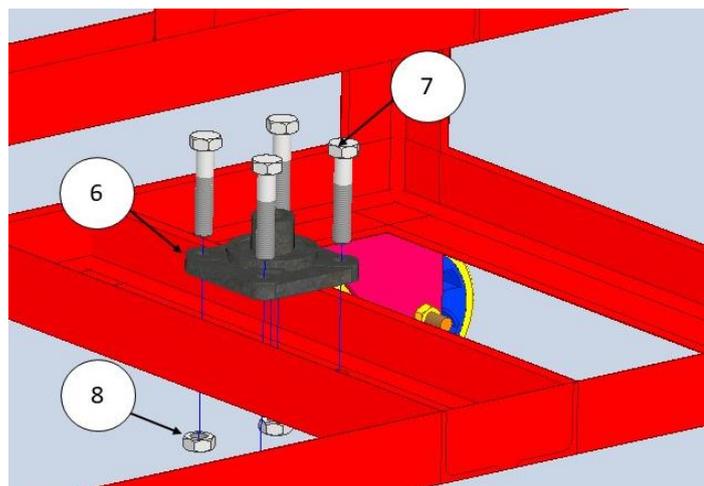
Gambar 4. 21 Pemasangan roda pada rangka mesin

- 2) Pemasangan *pillow block bearing* UCP204 Ø25mm pada dudukan tabung. Pemasangan *bering* dimulai dengan mengatur posisi *bearing* sesuai lubang dudukan pada rangka mesin (3). Setelah sesuai lubang dudukan dilanjutkan memasang baut pada lubang *bearing* dan rangaka (4) kemudian diikat menggunakan ring dan mur (5), langkah terakhir mengencangkan mur menggunakan kunci ring/phas ukuran 12.



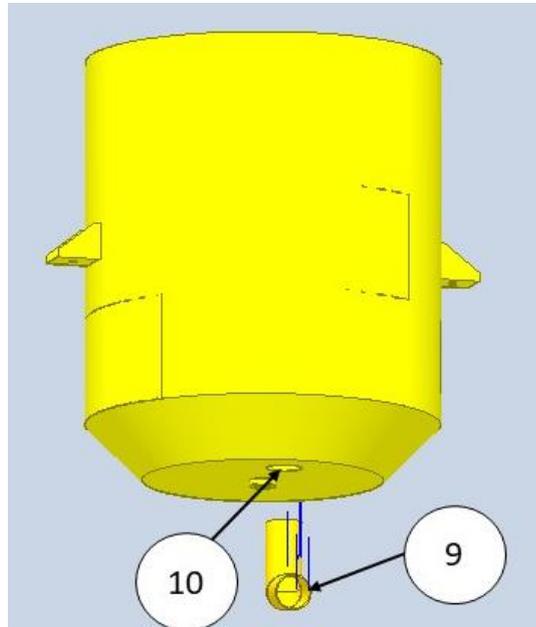
Gambar 4. 22 pemasangan *pillow block* UCP204 Ø25mm

- 3) Pemasangan *pillow block bearing* F207 Ø20mm pada dudukan bearing bagian bawah. Atur posisi *bearing* sesuai dengan lubang dudukan (6), pasang baut pengunci pada *bearing* (7), pasang ring dan mur pada baut pengikat (8), langkah terakhir proses pengencangan mur dengan menggunakan kunci phas/ring ukuran 12.



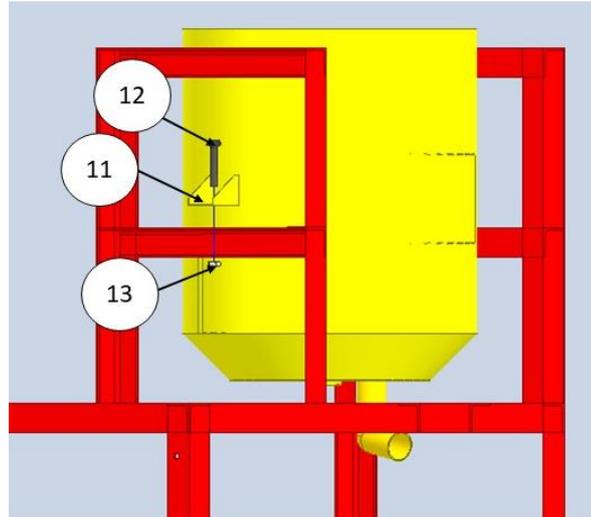
Gambar 4. 23 *pillow block bearing* F207 Ø20mm

- 4) Perakitan saluran pembuangan dengan tabung menggunakan sambungan permanen atau menggunakan sambungan las untuk mengantisipasi kebocoran pada sambungan.



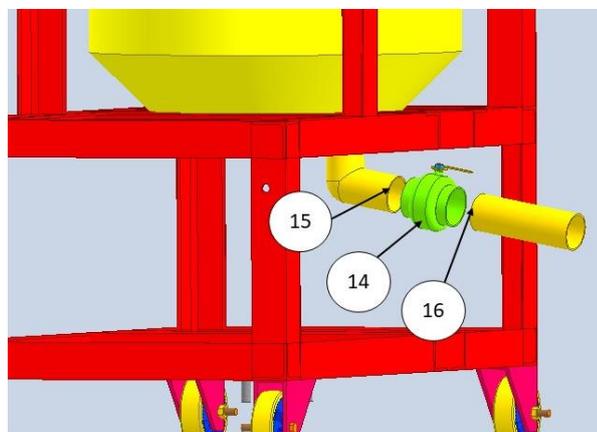
Gambar 4. 24 Pemasanga saluran pembuangan

- 5) Pemasangan tabung pada rangka mesin. Atur posisi agar holder pada tabung satu sumbu dengan lubang pada rangka mesin (11), pasang baut pengunci holder dengan rangka mesin (12) pasang ring dan mur (13) kencangkan mur menggunakan kunci ring ukuran 12.



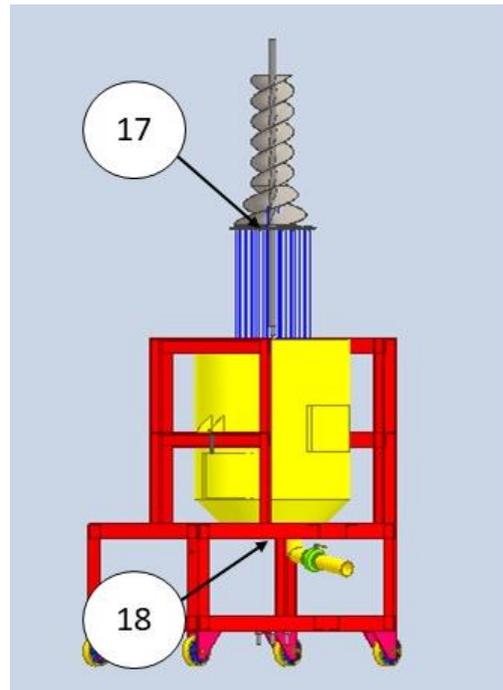
Gambar 4. 25 Pemasangan tabung

- 6) Pemasangan stop kran pada saluran pembuangan. Pasang kran (14) pada pipa pembuangan (15) langkah selanjutnya pasang pipa (16) pada kran (14). Lapsi ulir pada pipa sebelum proses pemasangan menggunakan solatip, untukantisipasi kebocoran pada sambungan ulir pipa.



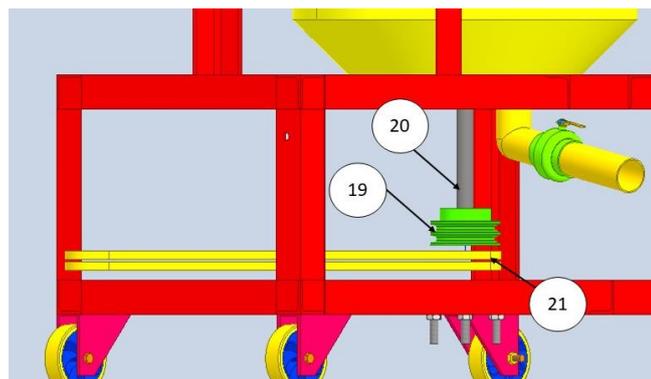
Gambar 4. 26 Pemasangan stopkran

- 7) Pemasangan poros pengaduk dengan rangka mesin. Sebelum measang poros pengaduk pada mesin, pasang karet sil pada lubang tabung (*Houseing*). Atur poros pengaduk agar satu sumbu dengan lubang *bearing*.



Gambar 4. 27 Pemasangan poros pengaduk

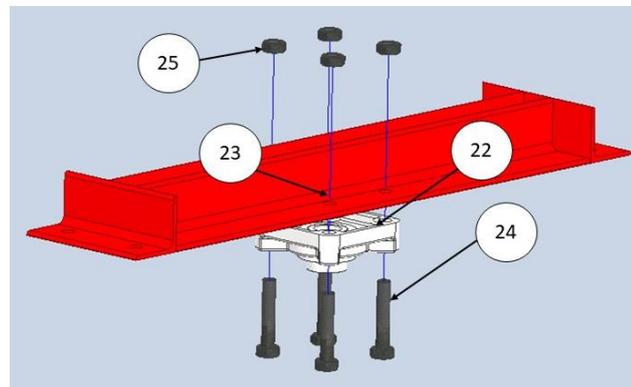
- 8) Perakitan *pulley* dan *v-belt* dengan poros pengaduk. Sebelum poros pengaduk dikunci dengan *pillow block bearing* F207 Ø20mm, *pulley* dan *v-belt* dipasang pada poros terlebih dahulu. Setelah terpasang poros pengaduk dikunci pada *pillow block bearing* F207 Ø20mm.



Gambar 4. 28 Pemasangan *pulley* dan *v-belt*

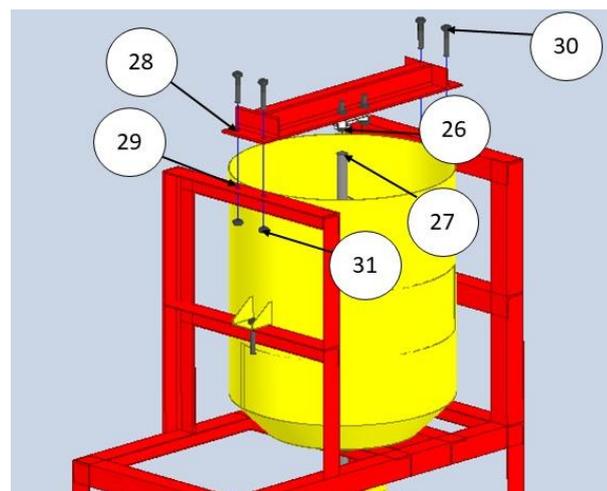
- 9) Pemasangan *pillow block bearing* F207 Ø25mm dengan dudukan bearing atas. Sesuaikan lubang baut pada *bearing* dengan lubang pada dudukan

*bearing*. Pasang baut, ring dan mur untuk mengunci *bearing* dengan dudukan.



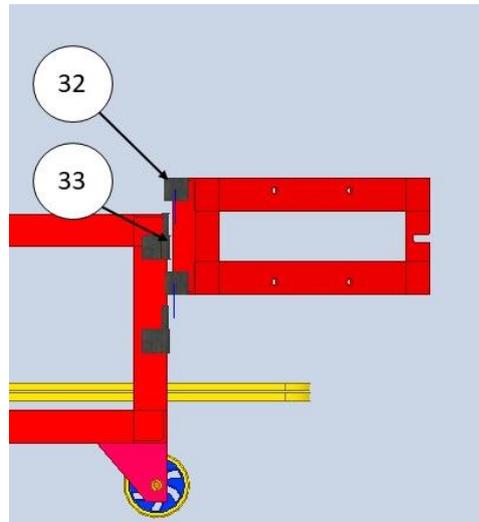
Gambar 4. 29 Pemasangan *pillow block bearing* F207 Ø25mm

10) Perakitan dudukan bearing dengan rangka mesin. Setelah poros pengaduk terpasang pada rangka mesin dilanjutkan proses pemasangan dudukan *bearing* pada rangka atas tabung. Atur lubang *bearing* agar masuk pada poros pengaduk. Sesuaikan lubang baut pengunci dudukan *bearing* agar satu sumbu pada lubang baut rangka mesin. Pasang baut, ring dan mur untuk mengunci dudukan *bearing* dengan rangka mesin.



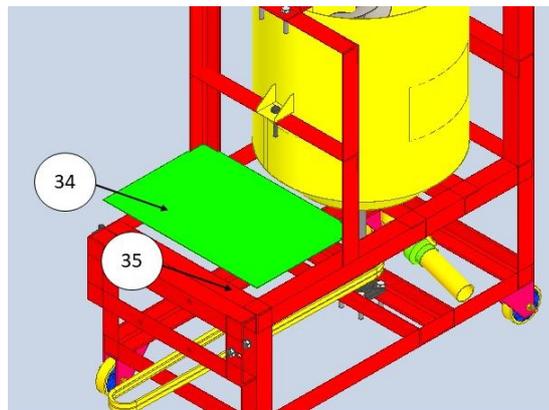
Gambar 4. 30 Pemasangan dudukan *bearing*

11) Pemasanganudukan motor dengan rangka mesin menggunakan engsel.



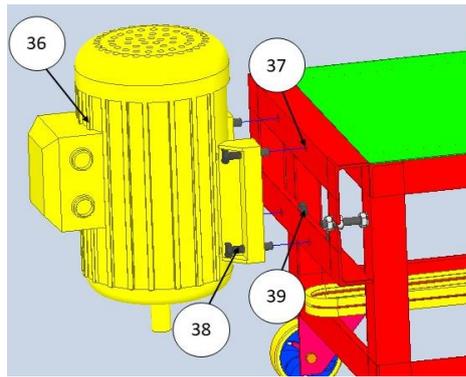
Gambar 4. 31 Pemasanganudukan motor

12) Pemasangan plat meja pada rangka mesin, menggunakan sambungan las.



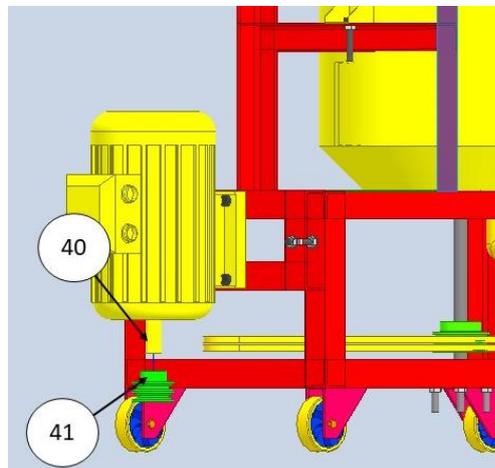
Gambar 4. 32 Pemasangan plat meja

13) Pemasangan motor penggerak pada dudukan motor. Pasang motor penggerak pada dudukan, kunci motor penggerak dengan menggunakan baut, ring dan mur. Kencangkan mur dan baut menggunakan kunci ring/phas.



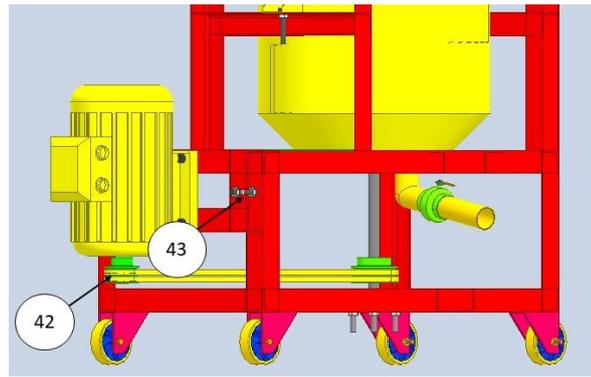
Gambar 4. 33 Pemasangan motor

14) Pemasangan *pulley* dengan poros motor penggerak



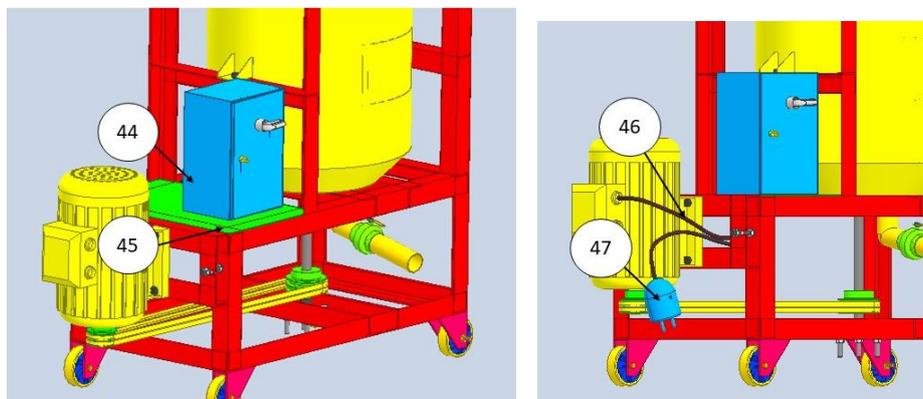
Gambar 4. 34 Pemasangan *pulley* pada motor

- 15) Pemasangan *v-belt* pada *pulley*. Sebelum proses pemasangan *v-belt* terlebih dahulu atur ketinggian *pulley* pada poros pengaduk agar sejajar dengan *pulley* pada poros mesin. Setelah *pulley* sejajar langkah selanjutnya pemasangan *v-belt* pada *pulley*. Atur tingkat kekencangan *v-belt* menggunakan baut penyetel dudukan motor.



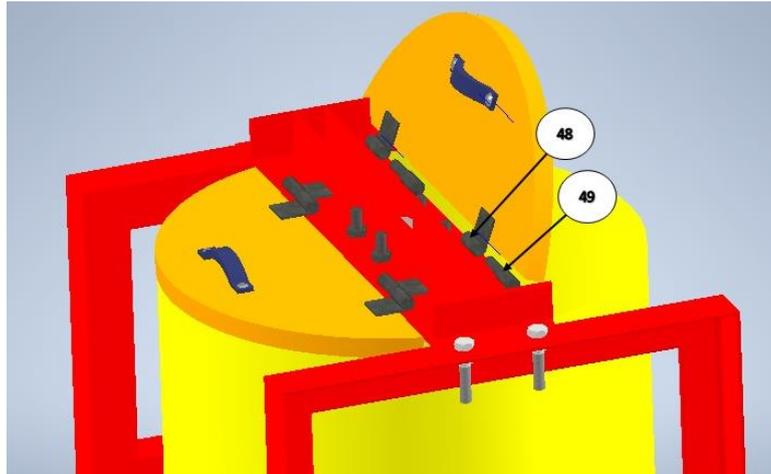
Gambar 4. 35 Pemasangan *v-belt* pada *pulley*

- 16) Pemasangan box panel listrik pada rangka mesin. Setelah semua komponen terpasang dengan sempurna, langkah selanjutnya pemasangan box panel instalasi listrik pada mesin pembuat bubur kertas. Pemasangan box panel menggunakan baut untuk mengunci box pada rangka mesin. Untuk langkah selanjutnya proses instalasi perkabelan pada mesin pembuat bubur kertas.



Gambar 4. 36 Pemasangan dan instalasi box panel listrik

- 17) Pemasangan tutup tabung menggunakan engsel, dengan tujuan tutup dapat dibuka atau ditutup dengan mudah pada saat proses produksi.

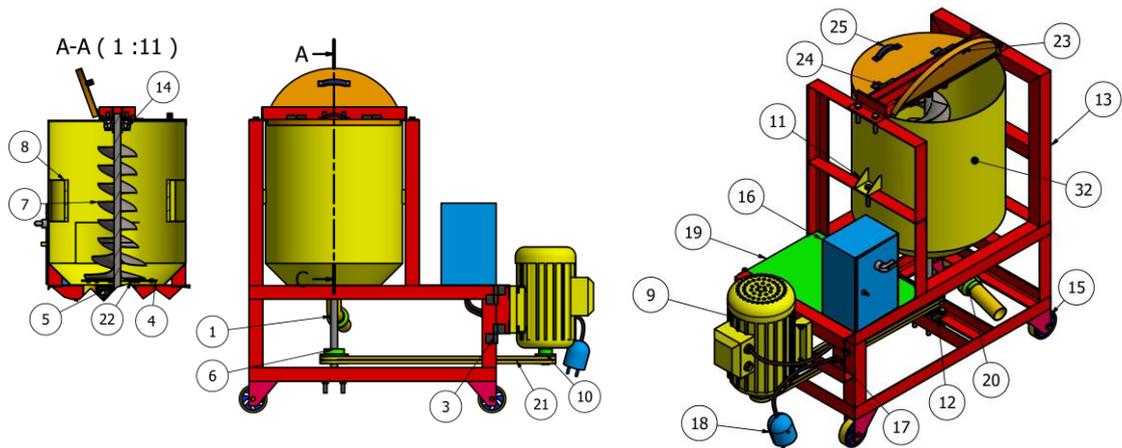


Gambar 4. 37 Pemasangan tutup tabung

Dari analisis mouckup, pada proses pemasangan komponen tidak ada komponen yang berhimpitan atau tabrakan, dan tidak memerlukan alat penyatel khusus untuk pengencangan mur baut.

#### 4.1.11 *Bill of Material*

Setelah didapatkan rancangan *mockup*, rancangan produk dilanjutkan pada proses penentuan material dan komponen yang diaplikasikan pada rancangan mesin yang telah dibuat (*Bill of Material*). Pada gambar 4.38 menggambarkan model keseluruhan dan serta komponen komponen yang terdapat pada rancangan mesin pembuat bubuk kertas. Detail drawing mesin pembuat bubuk kertas ditampilkan pada Gambar 4.39 dan detail drawing tiap komponen disajikan pada Lampiran 18-21.



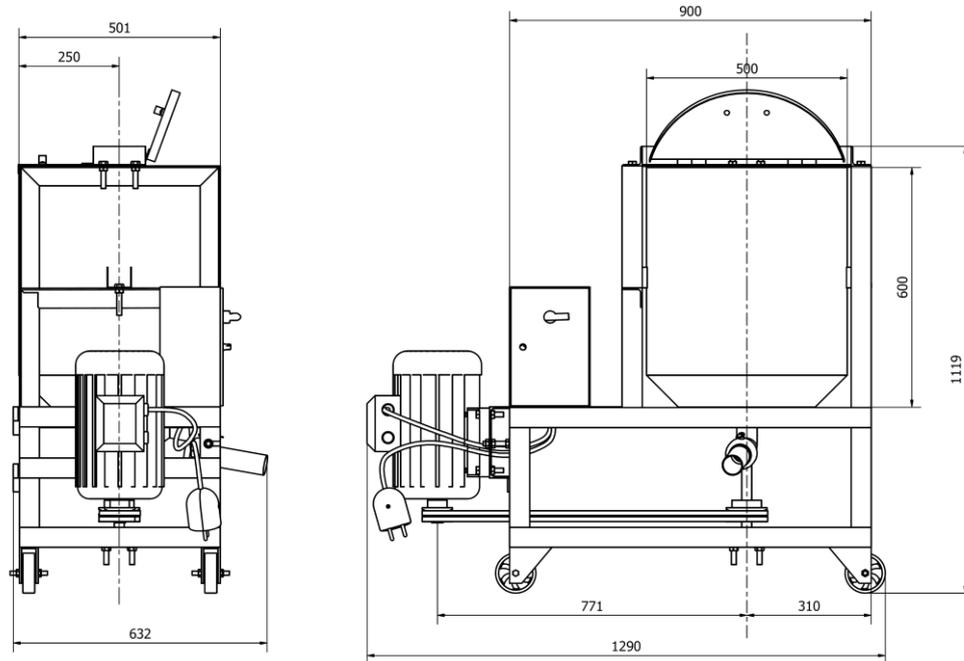
Gambar 4. 38 Susunan pada mesin pembuat bubur kertas

Berikut merupakan spesifikasi dari tiap komponen pada mesin pembuat bubur kertas.

Tabel 4. 9 Spesifikasi komponen mesin

No.	Nama Komponen	Material
1.	Poros	<i>Steel</i>
2.	Tabung	SUS 304
3.	Engsel	<i>Steel</i>
4.	Pisau Planer	TCT
5.	<i>Pillow block bearing UCP204 Ø25mm</i>	<i>Cast iron</i>
6.	<i>Pulley 5 inch Ø127mm</i>	<i>Cast iron</i>
7.	<i>Screw</i>	SUS 304
8.	Plat pengarah	SUS 304
9.	Motor listrik 1.5 Hp	
10.	<i>Pulley 2 inch Ø50.8mm</i>	<i>Cast iron</i>
11.	<i>Holder</i>	SUS 304

<b>12.</b>	<i>Pillow block bearing UCF207 Ø20mm</i>	<i>Cast iron</i>
<b>13.</b>	Rangka mesin siku 50x50x3 mm	ASTM A36
<b>14.</b>	<i>Pillow block bearing UCF207 Ø25mm</i>	<i>Cast iron</i>
<b>15.</b>	Roda mesin	
<b>16.</b>	Panel box listrik	<i>Steel</i>
<b>17.</b>	Baut penyetel <i>V-belt</i>	<i>Steel</i>
<b>18.</b>	Steker	<i>Plastic</i>
<b>19.</b>	Plat meja 1.5mm	<i>Steel</i>
<b>20.</b>	Stopkran Ø2inch	<i>Steel</i>
<b>21.</b>	<i>V-belt</i>	<i>Rubber</i>
<b>22.</b>	Dudukan pisau <i>planer</i>	SUS 304
<b>23.</b>	Tutup tabung	SUS 304
<b>24.</b>	Engsel tutup tabung	SUS 304
<b>25.</b>	Handel	SUS 304



Gambar 4. 39 Detail drawing mesin pembuat bubur kertas

## 4.2. Validasi Hasil Rancangan

### 4.2.1 Validasi Persyaratan Teknis Perancangan Oleh Pengguna

Validasi hasil rancangan mesin oleh pengguna, bertujuan untuk mendapatkan rancangan desain mesin sesuai dengan kebutuhan pengguna. Validasi dilakukan oleh staf BANGVASI UNNES, sebagai pengguna mesin pembuat bubur kertas. Pengambilan data validasi persyaratan teknis perancangan oleh pengguna dengan memberikan borang validasi ke pengguna. Borang validasi persyaratan teknis perancangan oleh pengguna disajikan pada Lampiran 23. Hasil dari validasi desain didapatkan bahwa desain mesin sudah sesuai dengan persyaratan teknis yang dibutuhkan oleh pengguna. Hasil validasi persyaratan teknis perancangan oleh pengguna disajikan pada Tabel 4.10 dan hasil validasi persyaratan teknis oleh pengguna secara lengkap disajikan pada Lampiran 26 dan 27.

#### **4.2.2 Validasi Hasil Rancangan Oleh Pakar Desain**

Validasi oleh pakar desain, bertujuan untuk mendapatkan rancangan desain sesuai dengan kebutuhan pengguna. Validasi pakar desain dilakukan oleh Dosen Teknik Mesin UNNES Bapak Ari Dwi Nur Indriawan M, S.Pd., M.Pd. Pengambilan data validasi hasil rancangan oleh pakar desain dengan memberikan borang validasi pada pakar desain. Borang validasi hasil rancangan oleh pakar desain disajikan pada Lampiran 24. Hasil dari validasi rancangan desain didapatkan bahwa rancangan desain mesin dinyatakan aman dan lolos, berdasarkan komponen-komponen mesin yang digunakan. Hasil validasi desain oleh pakar desain disajikan pada Tabel 4.10 dan hasil validasi desain oleh pakar desain secara lengkap disajikan pada Lampiran 28.

#### **4.2.3 Validasi Rancangan Oleh Tenaga LAB Teknik Mesin UNNES**

Validasi rancangan mesin pembuat bubur kertas oleh tenaga LAB Teknik Mesin UNNES bertujuan untuk mendapatkan rancangan mesin dengan kemudahan dalam perakitan dan perawatan tanpa harus menggunakan alat bantu khusus untuk proses perakitan komponen mesin. Validasi tenaga LAB Teknik Mesin UNNES dilakukan oleh Bapak R. Ambar Kuntoro M.G. Pengambilan data validasi hasil rancangan oleh tenaga LAB Teknik Mesin UNNES dengan memberikan borang validasi pada tenaga LAB Teknik Mesin UNNES. Borang validasi hasil rancangan oleh pakar desain disajikan pada Lampiran 25. Hasil validasi oleh Tenaga LAB Teknik Mesin UNNES didapatkan rancangan mesin mudah dalam perawatan komponen, tidak membutuhkan alat bantu khusus untuk perakitan komponen mesin. Hasil validasi rancangan mesin pembuat bubur kertas oleh tenaga LAB

Teknik Mesin UNNES ditampilkan pada Tabel 4.10 dan Hasil validasi secara lengkap ditampilkan pada Lampiran 29.

Tabel 4. 10 Hasil validasi desain

<b>Hasil Validasi</b>	<b>Presentase Kesesuaian Desain Dengan Analisis Kebutuhan Pengguna</b>
Validasi desain oleh pengguna	100%
Validasi desain oleh pakar desain	100%
Validasi desain oleh tenaga LAB Teknik Mesin UNNES	100%

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Kesimpulan dari perancangan mesin pembuat bubur kertas kapasitas 900 liter/jam adalah sebagai berikut:

1. Konsep rancangan mesin pembuat bubur kertas sebagai berikut: 1) motor penggerak dihubungkan dengan poros pengaduk menggunakan sistem tranmisi *pulley* dan *v-belt*; 2) poros pengaduk terdiri dari tiga buah ulir helik, dan delapan pisau *rotary*; 3) pemasukan kertas dan air melalui lubang bagian atas tabung; 4) pengambilan bubur kertas melalui saluran pembuangan yang terletak dibawah tabung.
2. Spesifikasi teknis mesin pembuat bubur kertas terdiri dari; 1) dimensi mesin panjang 900mm, lebar 500mm dan tinggi 1000mm; 2) penggerak motor listrik; 3) menggunakan sambungan mur dan baut; 4) pengoprasian dengan satu tombol; 5) menggunakan saluran pembuangan; 7) rangka mesin dilengkapi dengan roda; 8) kapasitas mesin 900 liter/jam; 9) mampu memproduksi kertas HVS, kardus, koran dan leaflet; 10) poros pengaduk menggunakan tiga buah ulir helik dan delapan pisau planer; 11) rangka mesin menggunakan ST 37-2, tabung poros, dan ulir helik menggunakan material *stainless steel* 304.
3. Analisis *mockup* didapatkan rancangan mesin mudah dalam proses perakitan, tidak ada kendala dalam proses perakitan dan tidak membutuhkan peralatan khusus dalam proses perakitan mesin.

## 5.2. Saran

1. Perlu adanya pengembangan desain mesin dari segi estetika, apabila mesin diproduksi secara komersial.
2. Perlu adanya pengembangan pada komponen mesin, salah satunya otomatis pada saklar mesin. Mesin akan berhenti secara sendiri ketika sudah bekerja selama tiga menit.
3. Perlu adanya pengembangan desain mengenai dudukan mesin apabila mesin dipasang secara paten pada ruang produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arief, S. 2015. Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumpuk Gajah. Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV MT37. *Universitas Hasanudin*. Banjarmasin.
- Anggraeni, M., A. Desrianty dan Yuniar. D. 2013. Rancangan Meja Dapur Multifungsi Menggunakan Quality Functin Deployment (FQD). *Reka Integra* 2(1): 159-169.
- Artati, N., Sutarno. dan Nugroho, R. P. 2013. Perancangan Alat Perajang Umbi-Umbian Dengan Metode Quality Function Development (QFD). *Prosiding SNST ke-4*. Universitas Wahid Hasyim Semarang. Semarang 12-19.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Pengolahan Sampah di Indonesia*. ISSN 0216-6224. Desember. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Basori. Marsudi. dan B. R. Saputra. 2018. Perancangan Mesin Perontok Jagung Dengan Kapasitas Produksi 300 kg/jam. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ* 5(1): 7-14.
- Darmawan, N. 2019. Variasi Model Pisau Penghancur Pada Mesin Pengolah Limbah Kertas Dengan Kapasitas 4 kg/jam. *Artikel Skripsi Universitas Nusantara PGRI Kediri*. Kediri. [http://simki.unpkediri.ac.id/mahasiswa/file\\_artikel/2019/14.1.03.01.0133.pdf](http://simki.unpkediri.ac.id/mahasiswa/file_artikel/2019/14.1.03.01.0133.pdf). 12 Oktober 2019. (10:00).
- Ginting, R. 2010. *Perancangan Produk*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Gündoğdu, F. K., C. Kharaman. 2019. A Novel Spherical Fuzzy QFD Method and its Application to the Linear Delta Robot Technology Development. *Engineering Aplucations of Artificial Intelligence* 87(:103-348.
- Gritsina, N. 2015. Проектування Деталей Машин Із Використанням Генераторів Компонентів Та Розрахункових Модулів Autodesk Inventor. *HNADU Bulletin* 69: 13-18.
- Hadi, M. 2008. Pembuatan Kertas Anti Rayap Ramah Lingkungan Dengan Memanfaatkan Ekstrak Daun Kirinyuh. *Bioma* 6(2): 12-18.
- Harsokoesoemo, D. 2004. Pengantar Perancangan Teknik. Edisi kedua. Bandung: ITB.
- Kurniasih, P. 2013. Kelayakan Usaha Pembuatan Produk Kemasan Telur Dari Kertas Limbah di Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 10(3): 157-172.
- Kurniawan, S. 2017. Rancang Bangun Mesin Pengepres Kaleng Minuman 330 mL Dengan Penahan yang Diberi Alur. *Tugas Akhir TM. Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*. <http://repository.its.ac.id/47537/7/2114039011-2114039021-Non-Degree.pdf>. 30 September 2019. (16:25).
- Khurmi, R. S., dan Gupta, J.K. 2005. *Machine Design. First Multicolour Edition*. Delhi: Eurasia Publishing House (Pvt.) Ltd.
- Kurniawan, C. T., dan Suwito, D. 2019. Pengembangan Desain Mesin Press Bahan Baku Jamu Dengan Metode QFD (Quality Function Deployment). *JPTM* 8(3): 158-164.
- Lestariningsih, S., dan I. Mindhayani. 2018. Penggunaan Metode Quality Function Deployment Dalam Menentukan Karakteristik Kebutuhan Pengguna Alat Pemetong Singkong. *Jurnal SIMESTRIS* 9(2): 959-966.

- Li, S. dan T. Dunbing. 2019. Rating Engineering Characteristics in Open Design Using a Probabilistic Language Methode Based on Fuzzy QFD. *Computer and Industrial Engineering* 135:348-358.
- Naldy, D., Syafari dan Mustafa, A. 2016. Perancangan dan Analisis Struktur Mekanik Prototipe Mesin CNC Milling 3-Axis. *Jorn FTEKNIK* 3(2): 1-5
- Oluwole, O. I., T. A. Samel., A. A. Adeolu., O. A. Mathew. dan A. O. Emmanuel. 2019. Design and Fabrication of Waste Paper Recycling Machine For Laboratory and Medium Scale Operation. *Jurnal of Production Engineering* 22(1): 19-24.
- Purwaningrum, P. 2016. Upaya Mengurangi Timbulnya Sampah Plastik di Lingkungan. *JTL* 8(2): 141-147.
- Perdhana, M. S. 2015. Perancangan Rangka dan Lengan Ayun Narrow Three Wheel Vehicle. *Tugas Akhir.Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.* <http://repository.its.ac.id/51795/1/2109100103-Undergraduate%20Thesis.pdf>. 19 Januari 2020. (16:23).
- Ramadhan, M. U. 2016. Proses Pembuatan Poros Penggerak dan Sarung Poros Dudukan Pisau Pada Mesin Paper Pulping. *Proyek Akhir Universitas Negeri Yogyakarta.* Yogyakarta. [https://eprints.uny.ac.id/61447/1/MUHAMMAD%20USAAMAH%20RAMADHAN\\_13508134024.pdf](https://eprints.uny.ac.id/61447/1/MUHAMMAD%20USAAMAH%20RAMADHAN_13508134024.pdf). 10 Desember 2019. (10:23).
- Saiko, A. FBJ *catalog* (A). <https://www.trioloziska.cz/fotky29559/Loiskov-jednotky-Y.pdf>. 26 Januari 2020. (21:19)
- Setyono, B. Mrihrenaningtyas dan Hamid, A. 2016. Perancangan Dan Analisis Kekuatan Frame Sepeda Hibrid “Trisona” Menggunakan Software Autodesk Inventor. *Jurnal IPTEK* 20(2): 37-46
- Simanjuntak, J., Daulay, S. B., dan Munir, A. P. 2017. Rancang Bangun Alat Pemat Bubur Kertas. *Keteknikan Pertanian* 5(2): 358-363.
- Sulistiyono, M. dan Yasin, F. 2016. Pemanfaatan Paperless Office Sistem Dalam E-Government Studi Kasus Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. *Jurnal Teknologi Informasi* 11(31): 1-9.
- Undang-undang No. 18 Tahun 2008. Jakarta. <https://pelayanan.jakarta.go.id/download/regulasi/undang-undang-nomor-18-tahun-2008-tentang-pengelolaan-sampah.pdf>. 6 Febuari 2020. (12:03).
- Yanis, M. dan Leonardo, H. 2015. Perancangan Dan Pembuatan Alat Bantu Cekam Pada Mesin Sekrap Untuk Mengerjakan Proses Freis. *Jurnal Rekayasa Mesin* 1(15): 17-21.

## LAMPIRAN

### 1. Mesin pembuat bubur kertas buatan lokal



Fungsi : menggiling / menghancurkan kertas, gedebog, dll untuk bahan baku pembuatan kertas seni

**Spesifikasi**

Tipe	: KM-BK 5
Dimensi	: 900 x 600 x 900 mm
Penggerak	: Elektromotor 1 HP/ Motor Bensin 5,5 HP
Material Rangka	: Mild Steel
Material Tabung	: Stainless Steel
Kapasitas	: 6-10 kg/proses (berat basah)
Transmisi	: Pulley Dan V-Belt
Material Pisau	: Stainless Steel
Material Roll	: Besi Dan Stainless

Tipe	: KM-BK 6
Dimensi	: 800 x 600 x 700 mm
Penggerak	: Elektromotor 1 HP/ Motor Bensin 5,5 HP
Material Rangka	: Mild Steel
Material Tabung	: Stainless Steel
Kapasitas	: 2-4 kg/proses (berat basah)
Transmisi	: Pulley Dan V-Belt

Diberdayakan oleh [Blogger](#)

Untuk mengetahui harga silahkan email ke [kiosmesin@yahoo.co.id](mailto:kiosmesin@yahoo.co.id) atau silahkan telfon atau sms ke 082135161990 (Simpati) 087739688150 (XL) dapat juga datang langsung ke tempat kami di jalan wonosari km 8 Ponorono Bangunrejan Bantul Yogyakarta (Godeag)

Workshop : Jalan Grogolan Dongkelsari Umbulmartani Ngemplak Sleman Yogyakarta

**Mengenai Saya**

[cv.kios mesin](#)  
[lihat profil lengkapku](#)

**MESIN PERAJANG, PENCACAH, PENGGLING RUMPUT, JERAMI, BATANG JAGUNG, ALANG-ALANG ( CHOPPER )** Kami memiliki berbagai tipe mesin - m...

**MESIN PENGILING ATAU PENGHANCUR ATAU PENERUNG JANGGEL JAGUNG ( BONGGOL JAGUNG )** MESIN GILING ATAU PENERUNG JANGGEL JAGUNG ( BONGGOL JAGUNG ) Mesin Penghancur jagung Atau Bonggol Jagung adalah mesin yang d...

**MESIN PERAJANG / PEMOTONG / PENGIRIS KERUPUK DAN ALAT PEMOTONG KERUPUK MANUAL** MESIN PERAJANG / PENGIRIS / PEMOTONG KERUPUK Kios Mesin menyediakan mesin perajang / pengiris / pemotong kerupuk untu menjadikan lem...

**MESIN PENGOLAHAN JAHE, MESIN PERAJANG JAHE, MESIN PENERUNG JAHE, MESIN GILING JAMU / JAHE, MESIN PENCUCI JAHE** MESIN PENGOLAHAN EMPON - EMPON ( jahe, kunth, lengkuas, kunth, B ) A. Mesin Perajang Empon - Empon ( jahe, kunth, lengku...

Lampiran 1 Mesin pembuat bubur kertas

(Sumber: Kios mesin.com)

2. Katalog beban yang diijinkan pada *bearing* besi tuang

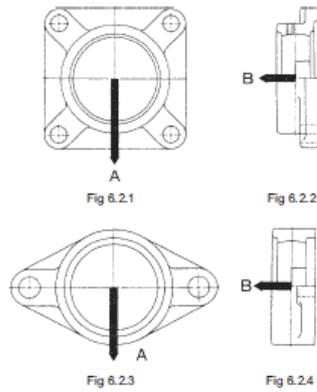


Table 6.2.1

Housing Number		Destruction Strength / (N) and Load Direction			
		F2		FL2	
		A	B	A	B
F204	FL204	4300	1800	2400	1200
F205	FL205	6700	2500	3800	1600
F206	FL206	6700	3000	3800	2000
F207	FL207	6500	3600	4100	2300
F208	FL208	7100	3900	4100	2700
F209	FL209	10000	4700	6200	3200
F210	FL210	10000	5000	6200	3900
F211	FL211	9200	5700	7400	4400
F212	FL212	9200	6200	8800	4800
F213	FL213	17000	6900	9800	6200
F214	FL214	19000	7600	10000	7000
F215	FL215	19000	8000	11000	7200
F216	FL216	17000	8600	13000	8600
F217	FL217	21000	9500	14000	9400
F218	FL218	25000	11000	14000	14000

Table 6.2.2

Housing Number		Destruction Strength / (N) and Load Direction			
		FX		FLX	
		A	B	A	B
FX05	FLX05	6700	3100	3100	2300
FX06	FLX06	5000	3800	2800	2900
FX07	FLX07	6600	4300	3000	3700
FX08	FLX08	7200	4800	3800	4100
FX09	FLX09	7200	5200	4100	5300
FX10	FLX10	10000	5800	5100	5700
FX11		10000	6800		
FX12		16000	7800		
FX13		16000	8000		
FX14		19000	8900		
FX15		21000	8500		
FX16		19000	10000		
FX17		19000	10000		

Table 6.2.3

Housing Number		Destruction Strength / (N) and Load Direction			
		F3		FL3	
		A	B	A	B
F305	FL305	7200	3500	3800	2100
F306	FL306	8300	4400	6800	2300
F307	FL307	10000	5100	6600	2800
F308	FL308	13000	6100	6400	3700
F309	FL309	11000	6600	9900	4000
F310	FL310	15000	7900	11000	5500
F311	FL311	17000	7800	11000	5900
F312	FL312	19000	9700	12000	6100
F313	FL313	17000	9000	12000	8300
F314	FL314	23000	9800	17000	8700
F315	FL315	27000	11000	15000	9500
F316	FL316	24000	12000	20000	11000
F317	FL317	27000	13000	20000	7500
F318	FL318	34000	14000	23000	14000
F319	FL319	32000	17000	27000	19000
F320	FL320	38000	18000	28000	20000

Lampiran 2 Katalog *bearing*  
(Sumber: FBJ *catalog(A).com*)

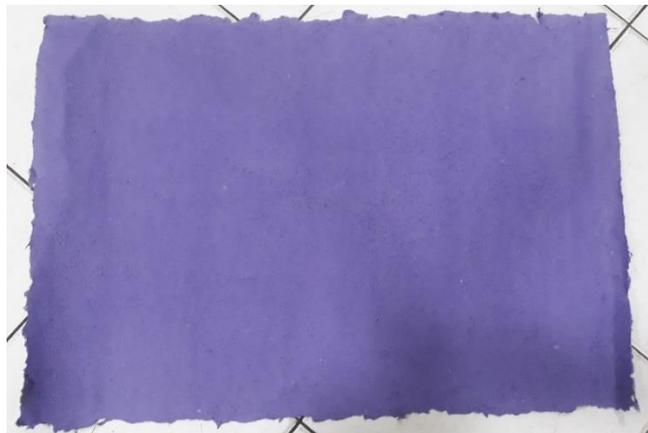
3. Katalog putaran maksimum pada *bearing FJB Pillow Block*

BEARING NUMBER	MAX SPEED (rpm)									
UC, UK 201	5800	-	-	-	-	-	-	SA, SB 201	6800	
UC, UK 202	5800	-	-	-	-	-	-	SA, SB 202	6800	
UC, UK 203	5800	-	-	-	-	-	-	SA, SB 203	6800	
UC, UK 204	5800	-	-	-	-	-	SSUC 204	5000	SA, SB 204	5800
UC, UK 205	5100	UC, UK X 05	4300	UC, UK 305	4600	SSUC 205	4000	SA, SB 205	5100	
UC, UK 206	4300	UC, UK X 06	3700	UC, UK 306	3900	SSUC 206	3300	SA, SB 206	4300	
UC, UK 207	3700	UC, UK X 07	3300	UC, UK 307	3400	SSUC 207	3200	SA, SB 207	3700	
UC, UK 208	3300	UC, UK X 08	3100	UC, UK 308	3100	SSUC 208	2800	SA, SB 208	3300	
UC, UK 209	3100	UC, UK X 09	2800	UC, UK 309	2700	SSUC 209	2600	SA, SB 209	3100	
UC, UK 210	2800	UC, UK X 10	2500	UC, UK 310	2400	SSUC 210	2300	SA, SB 210	2800	
UC, UK 211	2500	UC, UK X 11	2300	UC, UK 311	2300	SSUC 211	2000	SA, SB 211	2500	
UC, UK 212	2300	UC, UK X 12	2200	UC, UK 312	2100	SSUC 212	1800	SA, SB 212	2300	
UC, UK 213	2200	UC, UK X 13	2100	UC, UK 313	1900	-	-	-	-	
UC, UK 214	2100	UC, UK X 14	2000	UC, UK 314	1800	-	-	-	-	
UC, UK 215	2000	UC, UK X 15	1800	UC, UK 315	1700	-	-	-	-	
UC, UK 216	1800	UC, UK X 16	1700	UC, UK 316	1600	-	-	-	-	
UC, UK 217	1700	UC, UK X 17	1600	UC, UK 317	1500	-	-	-	-	
UC, UK 218	1600	-	-	UC, UK 318	1400	-	-	-	-	
-	-	-	-	UC, UK 319	1400	-	-	-	-	
-	-	-	-	UC, UK 320	1300	-	-	-	-	

Lampiran 3 katalog putaran maksimum *bearing FJB Pillow Block*

(Sumber: FBJ *catalog(A).com*)

4. Kertas daur ulang yang dijual di toko



Lampiran 4 Kertas daur ulang

(Sumber: Dokumentasi Penulis)

## 5. Penimbangan kertas



Lampiran 5 Penimbangan kertas daur ulang

(Sumber: Dokumentasi Penulis)

## 6. Lampiran 6 Perhitungan tingkat kesulitan, derajat kepentingan dan perkiraan biaya

## 1) Tingkat kesulitan

$$\text{Tingkat kesulitan} = \frac{\text{jum bobot tiap karakteristik teknik}}{\text{Jum tot bobot hubungan karakteristik teknik}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{a. Kemudahan pengambilan hasil} = \frac{21}{160} \times 100\% = 13.12\%$$

$$\text{b. Komposisi produk} = \frac{19}{160} \times 100\% = 11.87\%$$

$$\text{c. Ukuran sesuai dengan kebutuhan} = \frac{25}{160} \times 100\% = 15.62\%$$

$$\text{d. Mudah dipindahkan} = \frac{16}{160} \times 100\% = 10\%$$

$$\text{e. Perbandingan sambungan tetap \& tidak tetap} = \frac{19}{160} \times 100\% = 11.87\%$$

$$\text{f. Jumlah serpart umum dipasaran} = \frac{15}{160} \times 100\% = 9.37\%$$

$$\text{g. Jumlah alat untuk menyetel} = \frac{22}{160} \times 100\% = 13.75\%$$

$$\text{h. Jumlah tombol untuk mengoperasikan mesin} = \frac{16}{160} \times 100\% = 10\%$$

- i. Ketinggian tabung ergonomis =  $\frac{24}{160} \times 100\% = 15\%$
- j. Keadaan lingkungan =  $\frac{19}{160} \times 100\% = 11.87\%$
- k. Jumlah variasi bahan baku yang diproduksi =  $\frac{17}{160} \times 100\% = 10.62\%$
- l. Menggunakan daya listrik rendah =  $\frac{21}{160} \times 100\% = 13.12\%$
- m. Bahan tidak terkontaminasi korosi =  $\frac{18}{160} \times 100\% = 11.25\%$
- n. Presentase bahan tumpah =  $\frac{22}{160} \times 100\% = 13.75\%$
- o. Jumlah mekanisme komponen mesin =  $\frac{18}{160} \times 100\% = 11.25\%$
- p. Waktu perakitan yang dibutuhkan =  $\frac{21}{160} \times 100\% = 13.12\%$

## 2) Derajat kepentingan

$$\text{Derajat kepentingan} = \frac{\text{jum bobot tiap hub karakteristik teknik dng atribut}}{\text{jum tot bobot hub karakteristik teknik dng atribut}} \times 100\% \quad (2.2)$$

- a. Kemudahan pengambilan hasil =  $\frac{20}{338} \times 100\% = 5.9\% = 6\%$
- b. Komposisi produk =  $\frac{25}{338} \times 100\% = 7.39\% = 7\%$
- c. Ukuran sesuai dengan kebutuhan =  $\frac{24}{338} \times 100\% = 7.1\% = 7\%$
- d. Mudah dipindahkan =  $\frac{20}{338} \times 100\% = 5.9\% = 6\%$
- e. Perbandingan sambungan tetap & tidak tetap =  $\frac{20}{338} \times 100\% = 5.9\% = 6\%$
- f. Jumlah serpart umum dipasaran =  $\frac{24}{338} \times 100\% = 7.1\% = 7\%$
- g. Jumlah alat untuk menyetel =  $\frac{23}{338} \times 100\% = 6.8\% = 7\%$
- h. Jumlah tombol untuk mengoperasikan mesin =  $\frac{19}{338} \times 100\% = 5.6\% = 6\%$
- i. Ketinggian tabung ergonomis =  $\frac{19}{338} \times 100\% = 5.6\% = 6\%$
- j. Keadaan lingkungan =  $\frac{19}{338} \times 100\% = 5.6\% = 6\%$

k. Jumlah variasi bahan baku yang diproduksi =  $\frac{22}{338} \times 100\% = 6.5\% = 7\%$

l. Menggunakan daya listrik rendah =  $\frac{19}{338} \times 100\% = 5.6\% = 6\%$

m. Bahan tidak terkontaminasi korosi =  $\frac{20}{338} \times 100\% = 5.9\% = 6\%$

n. Presentase bahan tumpah =  $\frac{19}{338} \times 100\% = 5.6\% = 6\%$

o. Jumlah mekanisme komponen mesin =  $\frac{24}{338} \times 100\% = 7.1\% = 7\%$

p. Waktu perakitan yang dibutuhkan =  $\frac{21}{338} \times 100\% = 6.2\% = 6\%$

### 3) Perkiraan biaya

$$\text{Perkiraan biaya} = \frac{\text{Bobot tingkat kesulitan}}{\text{tot nilai tingkat kesulitan}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

a. Kemudahan pengambilan hasil =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

b. Komposisi produk =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

c. Ukuran sesuai dengan kebutuhan =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

d. Mudah dipindahkan =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

e. Perbandingan sambungan tetap & tidak tetap =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

f. Jumlah serpart umum dipasaran =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

g. Jumlah alat untuk menyetel =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

h. Jumlah tombol untuk mengoperasikan mesin =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

i. Ketinggian tabung ergonomis =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

j. Keadaan lingkungan =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

k. Jumlah variasi bahan baku yang diproduksi =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

l. Menggunakan daya listrik rendah =  $\frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$

$$m. \text{ Bahan tidak terkontaminasi korosi} = \frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$$

$$n. \text{ Presentase bahan tumpah} = \frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$$

$$o. \text{ Jumlah mekanisme komponen mesin} = \frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$$

$$p. \text{ Waktu perakitan yang dibutuhkan} = \frac{1}{16} \times 100\% = 6.25\% = 6\%$$

7. Lampiran 7 Daya motor

$$8. F = m \cdot a \dots\dots\dots(2.23)$$

$$= 44.64 \text{ (kg)} \times 9.8 \text{ (m/s)}$$

$$= 437.47 \text{ N}$$

$$a) T = F \cdot S \dots\dots\dots(2.24)$$

$$= 437.47 \text{ (N)} \times 0.25 \text{ (m)}$$

$$= 109.36 \text{ Nm}$$

b) Daya motor

$$P = \frac{T \cdot n}{s} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$= \frac{109.36 \text{ (Nm)} \times 580 \text{ (Rpm)}}{60 \text{ (s)}}$$

$$= 1057.14 \text{ Watt}$$

$$= 1.05 \text{ Kw}$$

$$= \frac{1057.36}{745.7} = 1.4 \text{ Hp}$$

9. Lampiran 8. Perhitungan sambungan baut

a) Beban geser utama pada baut

$$w_s = \frac{w}{n_b} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$= \frac{290}{4} = 72.5 \text{ N}$$

b) Beban tarik maksimum pada baut 3 dan 4

$$w_t = \frac{W \cdot L \cdot L_2}{2[(L_1)^2 + (L_2)^2]} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$= \frac{290 \times 200 \times 170}{2[(30)^2 + (170)^2]} = 165.43 \text{ N}$$

c) Beban tarik ekuivalen

$$Wte = \frac{1}{2} [wt + \sqrt{(wt)^2 + 4(ws)^2}] \dots\dots\dots(2.6)$$

$$= \frac{1}{2} [165.43 + \sqrt{(165.43)^2 + 4(72.5)^2}]$$

$$= \frac{1}{2} (165.43 + 219.98) = 192.7 \text{ N}$$

d) *Safety factor*

$$sf = \frac{\sigma \text{ yield strength}}{\sigma \text{ design}} \dots\dots\dots(2.28)$$

$$= \frac{640}{192.7} = 3.3$$

Berdasarkan perhitungan *safety factor* tegangan baut pada rangka motor didapatkan nilai *safety factor* sebesar 3.3 sudah melebihi dari *safety factor* 1, maka diameter baut dinyatakan aman. Nilai *yield strength* didapatkan dari data spesifikasi *mechanical properties material class 8.8 medium carbon and tempered* yang didapatkan nilai *yield strength* sebesar 640 MPa.

e) Ukuran baut

$$Wte = \frac{\pi}{4} (dc)^2 \cdot \sigma t \dots\dots\dots(2.7)$$

$$192.7 = \frac{3.14}{4} (dc)^2 \cdot 11.5$$

$$192.7 = 9.0275 \cdot (dc)^2$$

$$dc^2 = \frac{192.7}{9.0275}$$

$$dc^2 = 21.34$$

$dc = 4.6 \text{ mm}$  , sehingga diameter baut  $d = \text{M6}$

#### 10. Lampiran 9. Perhitungan diameter *pulley*

##### a) Perbandingan *pulley*

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{dp}{Dp} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\frac{580}{1450} = \frac{50.8}{Dp}$$

$$Dp = \frac{1450 \times 50.8}{580}$$

$$Dp = 127 \text{ mm atau } 5 \text{ inch}$$

##### b) Sudut kontak

$$\theta = 180^\circ - \frac{57^\circ(Dp-dp)}{c} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$= 180^\circ - \frac{57^\circ(127 - 50.8)}{771}$$

$$= 174.36 \text{ rad}$$

##### c) Panjang sabuk

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{1}{4.C} (d_{p1} - d_{p2})^2 \dots\dots\dots(2.12)$$

$$= 2 \times 771 + \frac{3.14}{2} (50.8 + 127) + \frac{1}{4 \times 771} (50.8 + 127)^2$$

$$= 25167.49 \text{ mm}$$

##### d) Sudut kontak

$$\theta = \frac{Dp-dp}{\frac{2}{c}} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$= \frac{127-50.8}{2 \times 771}$$

$$= 0.04 \text{ rad}$$

e) Kecepatan keliling

$$v = \frac{\pi \cdot dp \cdot n}{60 \times 1000} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$= \frac{3.14 \times 50.8 \times 1450}{60 \times 580} = 6.64 \text{ m/s}$$

V= 6.64 m/s dinyatakan aman karena masih dibawah batas maskimum kecepatan v-belt yakni antara 10-20 m/s.

11. Lampiran 10 perhitungan poros penggerak

a) Daya rencana

$$Pd = fc \cdot P \dots\dots\dots(2.16)$$

$$= 1.2 \times 1057.14$$

$$= 1268.56 \text{ Watt}$$

Daya yang harus ditransmisikan	$f_c$
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

Lampiran 11 Faktor koreksi daya yang akan itranmisikan  
(Sumber: Tawaf, N. 2020)

b) Tegangan geser pada poros

$$\tau_{gs} = \frac{\tau_t}{S_{f1} \cdot S_{f2}} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$= \frac{250}{6.0 \times 1.3} = 32.05 \text{ N/mm}^2$$

c) Diameter poros

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot \tau_{gs}}} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$= \sqrt[3]{\frac{16 \times 109360}{3.14 \times 32.05}}$$

$$= 25.9 \text{ mm}$$

d) Tegangan geser poros

$$\tau_g = \frac{T}{\frac{\pi \cdot ds^3}{16}} \dots\dots\dots(2.20)$$

$$= \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot ds^3}$$

$$= \frac{16 \times 109360}{25.9^3}$$

$$= 2608.42 \text{ N/mm}^2$$

## 12. Lampiran 12 Kecepatan putaran *screw* dan pisau/blet

a) Kecepatan putaran *screw*

$$n_{sc} = n_2 \times 3 \dots\dots\dots(2.20)$$

$$= 580 \times 3 = 1740 \text{ Rpm}$$

b) Kecepatan putaran pisau

$$n_{sb} = n_2 \times 8 \dots\dots\dots(2.21)$$

$$= 580 \times 8 = 4640 \text{ Rpm}$$

c) Gaya yang terjadi pada pisau

$$F = m \cdot a \dots\dots\dots(2.23)$$

$$= 51.57 \times 9.8$$

$$= 505.385 \text{ N}$$

d) Total gaya yang terjadi pada pisau

$$F_{tot} = F \cdot \text{Jml pisau} \dots\dots\dots(2.22)$$

$$= 505.385 \times 8$$

$$= 4043.08 \text{ N}$$

13. Lampiran 13. Beban *bearing* bawah

$$W_{bf1} = \frac{W_{bf} \times 10}{4} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$= \frac{8.06 \times 10}{4} = 20.15 \text{ N}$$

## 14. Lampiran 14 Sambungan las single v-butt joint

$$wb_1 = \frac{w_{tube}}{4} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$= \frac{1230.49}{4} = 307.6 \text{ N}$$

$$\sigma_t = \frac{wb_1}{A} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$= \frac{wb_1}{l.t}$$

$$= \frac{307.6}{3 \times 50} = 2.05 \text{ N/mm}^2$$

$$Sf = \frac{\sigma_{ultimate strength}}{\sigma_{design}} \dots\dots\dots(2.28)$$

$$= \frac{413,685}{2.05} = 201.79$$

Didapatkan hasil perhitungan *safety factor* sambungan las *butt-joint* pada rangka mesin sebesar 201,79 sudah melebihi dari faktor konsentrasi tegangan akibat beban fatik (1.2) maka sambungan las dinyatakan aman. Besarnya nilai *ultimate tensile strength* sebesar 413,685 MPa didapatkan dari spesifikasi tipe elektroda AWS A516013.

15. Lampiran 15 *Center gravity*

$$\Sigma MA = 0 \dots\dots\dots(2.29)$$

$$\left( \begin{array}{l} (W_{\text{tube}} + W_{\text{scr}} + W_{\text{pl}} + W_{\text{fl}} + \\ W_{\text{bb1}} + W_{\text{bb3}}) \cdot X_1 + W_{\text{bb2}} \cdot X_2 + \\ W_{\text{fram}} \cdot X_3 + (W_{\text{m}} + W_{\text{pl2}}) \cdot X_4 + \\ W_{\text{plat}} \cdot X_5 - RB \cdot X_6 \end{array} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots(2.30)$$

$$\left( \begin{array}{l} (1602.32 + 63.35 + 13.56 \\ + 0.52 + 5.42 + 5.42) \times 309.5 + \\ 6.2 \times 312 + 410 \times 510 + \\ (290 + 9.56) \times 1143 + 19.5 \times \\ 737 - RB \times 900 \end{array} \right) = 0$$

$$RB = \frac{1093441}{900}$$

$$RB = 1214.934$$

$$W_{\text{pulper}} = 2429.85 \text{ kg}$$

$$W_{\text{pulper}} = RA + RB$$

$$2429.85 = RA + 1214.934$$

$$RA = 1214.934$$

$$RA = RB$$

## 16. Lampiran 16 Analisis kemampuan produksi mesin

a) Volume tabung

$$Vol_{\text{tabung A}} = \pi \cdot r^2 \cdot t \quad \dots\dots\dots(2.32)$$

$$= 3.14 \times 170^2 \times 360$$

$$= 32668560 \text{ mm}^3 \text{ atau } 0,032 \text{ m}^3$$

$$Vol_{\text{tabung B}} = (\pi \cdot r^2 \cdot t) + \left(\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot t\right) \quad \dots\dots\dots(2.33)$$

$$= (3.14 \times 80^2 \times 370) + \left(\frac{1}{3} \times 3.14 \times 80^2 \times 80\right)$$

$$= 7435520 + 535893,3$$

$$= 7971413,3 \text{ mm}^3 \text{ atau } 0,0075 \text{ m}^3$$

$$V_{plat\ pengarah} = 0.0008 \times 4 \dots\dots\dots(2.34)$$

$$= 0.0032 \text{ m}^3$$

$$V_{tot\ tub} = (V_{tub\ A} + V_{tub\ B}) - V_{plat\ pengarah} \dots\dots\dots(2.35)$$

$$= (0.032 + 0.0075) - 0.0032$$

$$= 0.036 \text{ m}^3$$

$$M_A = \rho \cdot v \dots\dots\dots(2.36)$$

$$= 1240 \frac{kg}{m^3} \times 44.64 \text{ m}^3$$

$$= 54.56 \text{ kg}$$

b) Kapasitas mesin

Dari perhitungan volume tabung didapatkan kapasitas mesin yaitu 54.56 kg dalam satu kali proses. Kapasitas mesin dalam satu jam dapat dihitung dengan persamaan 2.33 dibawah ini.

$$K_m = M_{tot} \cdot 19 \dots\dots\dots(2.37)$$

$$= 49.6 \times 19$$

$$= 942.4 \text{ Liter/jam atau}$$

$$\frac{942.4}{17} = 55.4 \text{ kg kertas kering atau}$$

$$\frac{55.4}{19} = 2.9 \text{ kg kertas kering/3 menit (satu kali proses produksi)}$$

Dari hasil analisis kemampuan produksi mesin didapatkan hasil, kapasitas tabung mampu menampung 49.6 kg kertas atau 942.4 liter/jam atau 55.4 kg/jam (kertas kering). Sedangkan untuk satu kali produksi mesin *pulper* mampu memproduksi kertas 2.9 kg kertas kering/3 menit atau 20.3 kg kertas basah/3 menit dengan perbandingan kertas dan air 1:17.

17. Kuisisioner tertutup Lampiran 17 Kuisisioner mesin pembuat bubur kertas

**Petunjuk pengisian:**

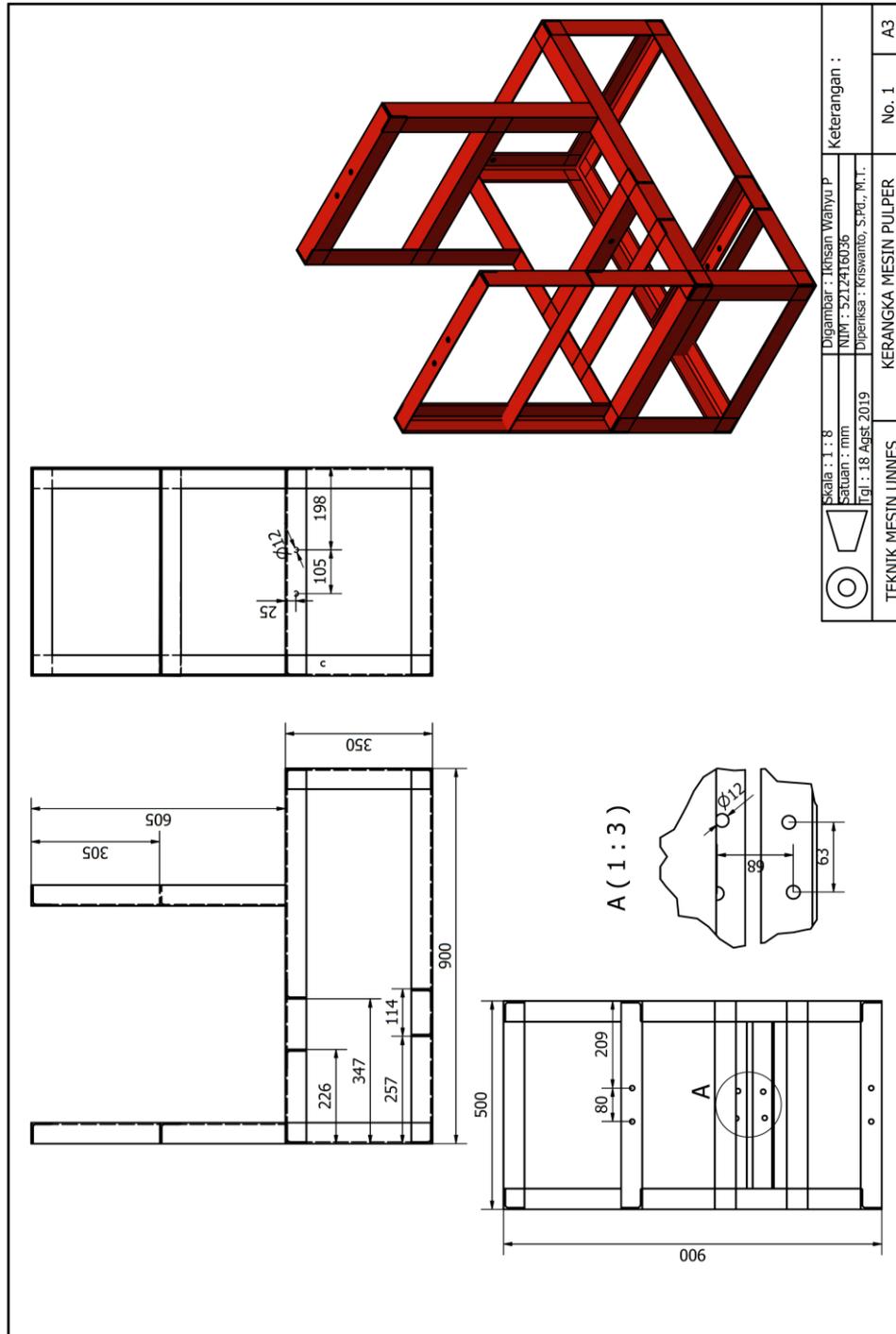
Berikan tanda silang (X) pada pilihan ganda yang sesuai dengan pilihan anda

- 1) Jenis motor penggerak apa yang anda inginkan untuk menggerakkan mesin pembuat bubur kertas?
  - a. Motor listrik
  - b. Motor disel bensin
  - c. Motor disel solar
- 2) Berapakah tingkat kehalusan bubur kertas yang anda inginkan?
  - a. Lolos pada mesh 70
  - b. Lolos pada mesh 100
  - c. Lolos pada mesh 150
  - d. Lolos pada mesh 200
- 3) Berapakah daya listrik yang anda gunakan dirumah?
  - a. 900 Watt
  - b. 1.300 Watt
  - c. 2.200 Watt
  - d. 3.500 Watt
- 4) Dimanakah saudara memproduksi bubur kertas?
  - a. Didalam rumah
  - b. Diteras rumah
  - c. *Workshop*
- 5) Mesin pembuat bubur kertas seperti apakah yang saudara inginkan?
  - a. Mudah dalam perawatan
  - b. Mudah dalam memindah tempat
  - c. Mudah dalam pemasukan dan pengambilan bubur kertas
  - d. Mudah dalam pengoprasian mesin
  - e. Semua benar
- 6) Apakah mesin harus mudah dalam penggantian komponen?
  - a. Ya
  - b. Tidak

- 7) Apakah komponen mesin mudah ditemui dipasaran?
  - a. Ya
  - b. Tidak
- 8) Untuk pengabilan hasil produksi, desain sepertiapakah yang saudara inginkan?
  - a. Dialirkan melalui pipa saluran pembuangan
  - b. Diambil dengan menggunakan gayung
  - c. Dengan memutar tabung
- 9) Jenis material apakah yang anda inginkan untuk pembuatan rangka mesin bubur kertas?
  - a. Kuat
  - b. Ringan
  - c. Tahan karat
  - d. Semua jawaban benar
- 10) Jenis material apakah yang saudara inginkan untuk pembuatan tabung mesin bubur kertas?
  - a. Kuat
  - b. Ringan
  - c. Tahan karat
  - d. Semua jawaban benar
- 11) Model pengaduk seperti apakah yang anda inginkan untuk mesin pembuat bubur kertas?
  - a. Dapat menghasilkan bubur kertas halus
  - b. Menghasilkan bubur kertas dengan cepat
  - c. Menghasilkan bubur kertas dengan tingkat kehalusan rata
  - d. Semua jawaban benar
- 12) Jika saudara memproduksi bubur kertas mesin kapasitas berapa yang anda inginkan untuk satu kali proses?
  - a. 100 liter/jam atau 4 kg/jam
  - b. 300 liter/jam atau 12 kg/jam
  - c. 600 liter/jam atau 24 kg/jam
  - d. 900 liter/jam atau 36 kg/jam

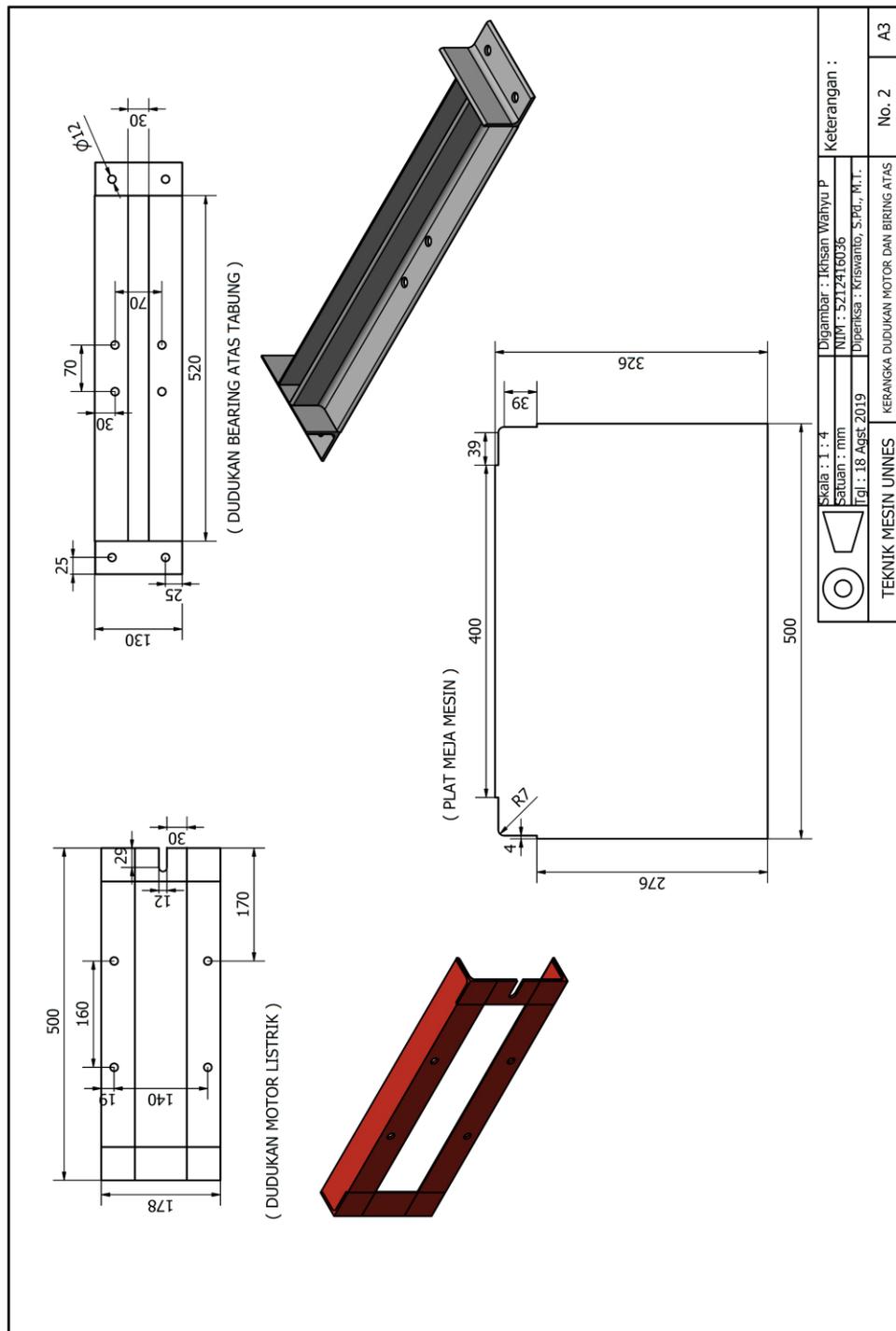
- 13) Jika saudara mempunyai mesin pembuat bubur kertas, jenis bahan apa saja yang ada inginkan untuk dijadikan bubur kertas?
- Kertas HVS
  - Kertas karton
  - Kertas Koran
  - Pelelah pisang
  - Semua benar
- 14) Berapakah waktu yang saudara inginkan untuk satu kali proses pembuatan bubur kertas?
- 3 menit
  - 5 menit
  - 10 menit
  - 20 menit
- 15) Berapakah ketinggian mesin yang saudara inginkan untuk mempermudah dalam proses produksi bubur kertas?
- 70cm
  - 90 cm
  - 100 cm
  - 130 cm
- 16) Sistem tranmisi seperti apa yang saudara inginkan dalam mesin pembuat bubur kertas?
- Mudah dalam perawatan
  - Komponen mudah didapatkan dipasaran
  - Tidak bising
  - Ekonomis
  - Semua jawaban benar

18. Gambar rangka mesin



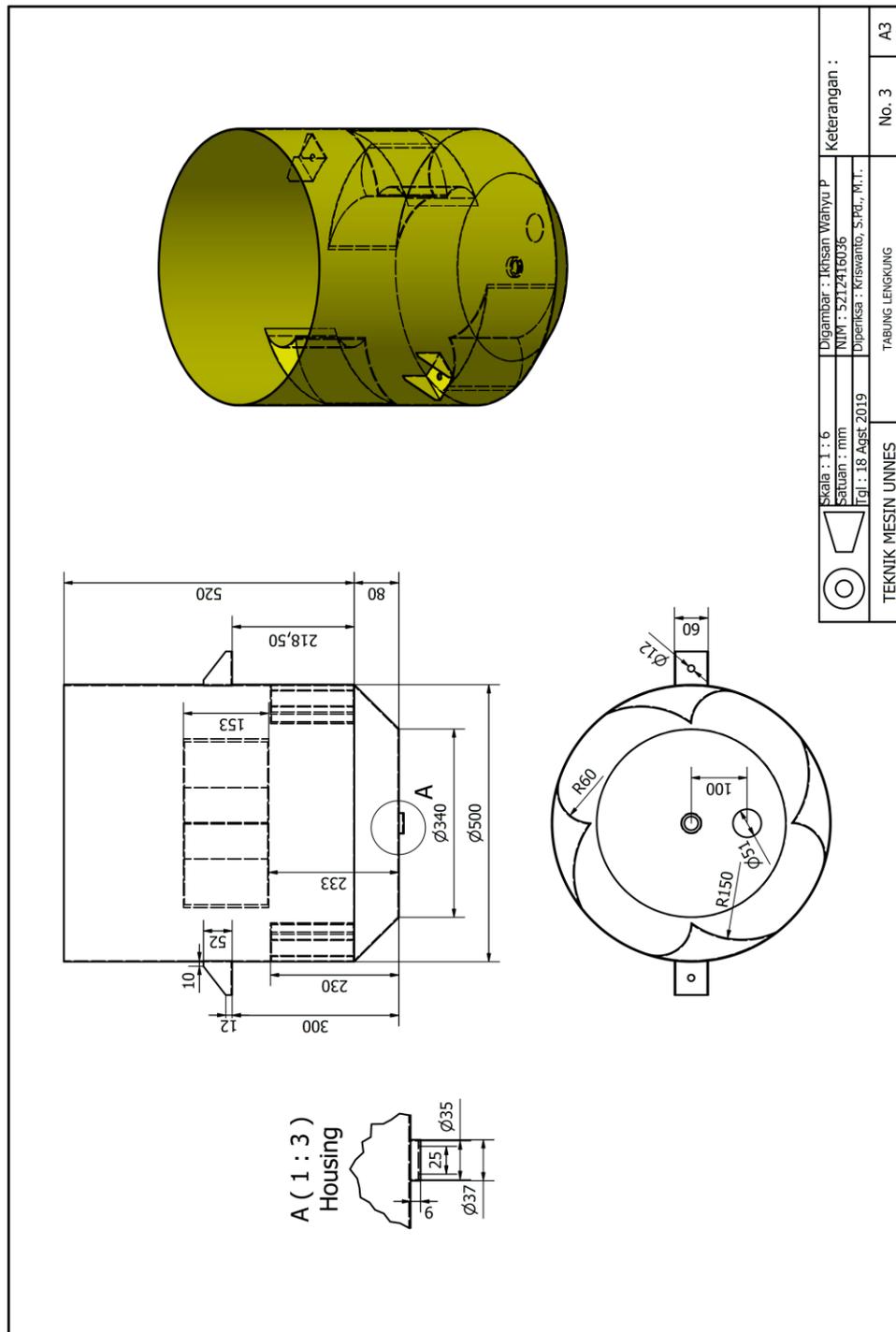
Lampiran 18 Kerangka mesin

19. Dudukan motor dan bearing atas



Lampiran 19 Dudukan motor dan bearing atas

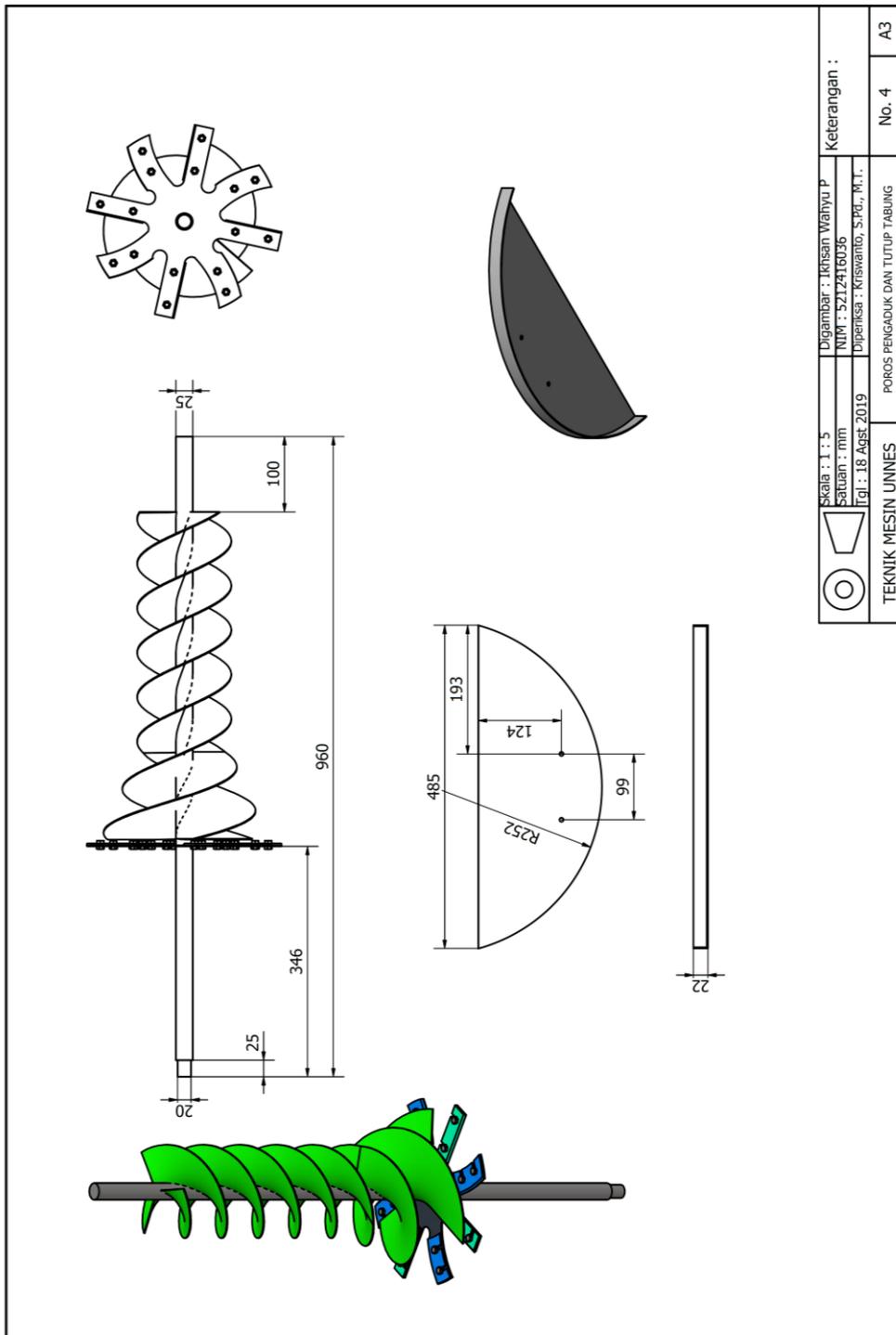
20. Tabung



	Skala : 1 : 6	Digambar : Irfhan Wahyu P	Keterangan :
	Satuan : mm	NIM : 5212416036	
	Tgl : 18 Agst 2019	Diperiksa : Kriswanto, S.Pd., M.T.	
TEKNIK MESIN UNNES		TABUNG LENGKUNG	No. 3 A3

Lampiran 20 Tabung

21. Poros pengaduk



	Digambar : Ikrisan Wahyu P	Keterangan :
	NIM : 5212416036	
	Dipeniksa : Kriswanto, S.Pd., M.T.	
TEKNIK MESIN UNNES		No. 4
POROS PENGADUK DAN TUTUP TABUNG		A3

Lampiran 21 Poros Pengaduk

22. Bill of material

25.	Handel	SUS 304	2
24.	Engsel tutup tabung	SUS 304	4
23.	Tutup tabung	SUS 304	2
22.	Dudukan pisau planer	SUS 304	1
21.	V-belt	Rubber	2
20.	Stopkran 2inch	steel	1
19.	Plat meja 1.5mm	steel	1
18.	Steker	Plastic	1
17.	Baut penyetei v-belt	steel	1
16.	Panel box listrik	steel	1
15.	Roda mesin		4
14.	Pillow Block Bearing F207 $\phi$ 25mm	Steel	1
13.	Rangka Mesin siku 50x50x3	Steel	1
12.	Pillow Block Bearing F207 $\phi$ 20mm	Cast iron	1
11.	Holder	SUS 304	2
10.	Pulley 3inch $\phi$ 28	Cast iron	1
9.	Motor Listrik 1.5pk		1
8.	Plat pengarah	SUS 304	4
7.	Screw	SUS 304	3
6.	Pulley 4inch $\phi$ 25 mm	Cast iron	1
5.	Pillow Block Bearing UCP204 $\phi$ 25mm	Cast iron	1
4.	Pisau Planer	TCT	8
3.	Engsel	Steel	2
2.	Tabung	SUS 304	1
1.	Poros	Steel	1

ITEM	PART NAME	MATERIAL	QTY
UNNES			
Bill of material		No. 5	A3

Skala : 1 : 11	Digambar : Krisnan Wahyu P	Keterangan :
Balokan : mm	NIM : 5212416036	
Diperikass : Pak Kriswanto S.Pd.,M.T.		

Lampiran 22 Bill of material

## 23. Validasi hasil rancangan oleh pengguna

Lampiran 23 Borang validasi hasil rancangan oleh pengguna

Validasi desain mesin pembuat bubur kertas kapasitas 900 liter/jam oleh pengguna

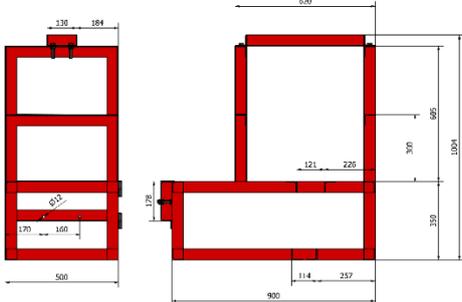
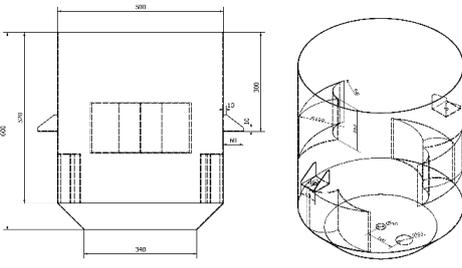
**Petunjuk pengisian:**

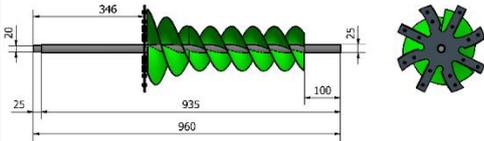
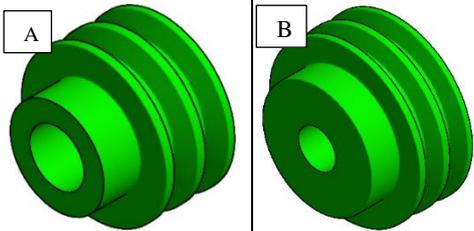
Berikan tanda ceklist (√) pada kolom keterangan, jika desain sesuai dengan persyaratan teknis berikan tanda ceklist pada kolom “Ya” dan apabila tidak sesuai berikan tanda ceklist pada kolom tidak.

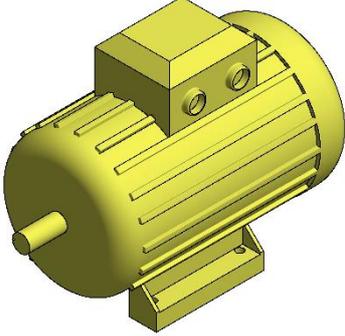
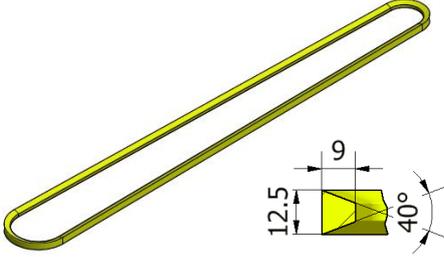
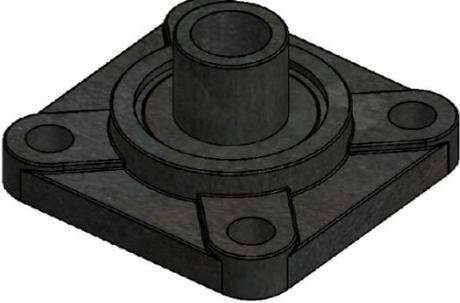
**Persyaratan teknis mesin pembuat bubur**

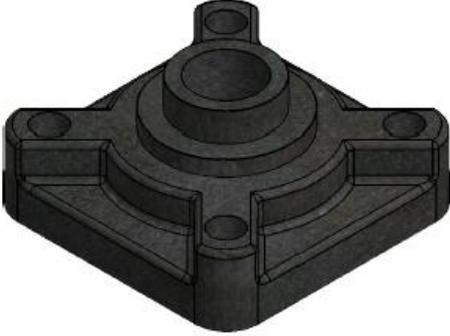
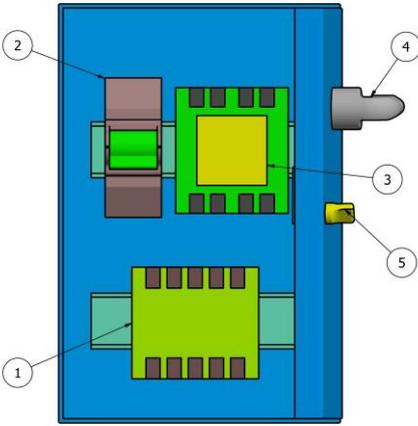
- 1) Mesin pembuat bubur kertas mempunyai lebar ≤ lebar 1 daun pintu tunggal (80cm).
- 2) Ketinggian mesin pembuat bubur kertas sesuai dengan ketinggian ergonomi orang Asia ( $\pm 100$ cm).
- 3) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan motor penggerak motor listrik.
- 4) Menggunakan sambungan mur baut pada komponen mesin yang mempunyai fungsi untuk kemudahan perakitan dan perawatan.
- 5) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan satu saklar untuk kemudahan dalam pengoperasian mesin.
- 6) Pengambilan hasil produksi (bubur kertas) melalui saluran pembuangan.
- 7) Komponen-komponen mesin yang digunakan mudah ditemukan dipasaran, untuk kemudahan dalam perawatan.
- 8) Mesin pembuat bubur kertas mudah dalam perawatan.
- 9) Mesin pembuat bubur kertas mudah dalam perakitan.
- 10) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan roda untuk kemudahan mobilitas mesin.
- 11) Mesin pembuat bubur kertas mampu memproduksi 900 liter/jam.
- 12) Mesin pembuat bubur kertas mampu memproduksi kertas HSV, kardus, koran dan kertas leaflet.
- 13) Poros pengaduk mesin pembuat bubur kertas mampu mengaduk dan menghasilkan bubur kertas dengan cepat.
- 14) Rangka mesin menggunakan material kuat, ringan dan anti karat.

- 15) Tabung, poros pengaduk menggunakan material kuat, ringan dan anti karat.  
 16) Mesin pembuat bubur kertas mempunyai fungsi utama untuk memproduksi bubur kertas

No.	Desain mesin	Spesifikasi	Keterangan	
			Ya	Tidak
1.		<p>Rangka mesin menggunakan material besi siku 50x50x5mm. Ketinggian mesin 100cm dan lebar mesin 50cm. Ketinggian mesin didesain sesuai dengan ergonomi ketinggian orang asia untuk kemudahan dalam memasukkan kertas ke dalam tabung dan kenyamanan pada saat proses pengoprasian mesin. Sedangkan untuk lebar mesin didesain dengan lebar 50cm atau <math>\leq 80</math>cm (kurang dari lebar satu daun pintu), untuk kemudahan memindahkan mesin kedalam maupun keluar ruangan.</p>		
2.		<p>Tabung didesain dengan diameter 50cm dan ketinggian 60cm agar mampu untuk memproduksi kertas 2.76 kg kertas kering/tiga menit (satu kali proses) atau mampu produksi kertas 7.5 kg kertas basah/tiga menit (satu kali proses). Satukali produksi tabung diisi <math>\frac{3}{4}</math> dari volume tabung. Di dalam tabung didesain dengan plat pengarah yang berfungsi untuk mengarahkan putaran bubur kertas untuk menuju ke screw sehingga dapat berputar secara maksimal dan</p>		

		menghasilkan bubur kertas yang halus.		
3.		<p>Poros didesain dengan tiga <i>screw</i> yang berfungsi untuk mendorong kertas yang ada dipermukaan tabung untuk menuju ke pisau agar dapat tercacah secara maksimal. Pada poros pendukung dilengkapi dengan pisau planer sebanyak delapan buah untuk memaksimalkan hasil bubur kertas.</p>		
4.		<p><i>Pulley</i> yang digunakan dengan perbandingan 2:5. Untuk <i>plley</i> penggerak pada motor menggunakan diameter 2inch (A) dan untuk poros <i>screw</i> dengan menggunakan <i>pulley</i> diameter 5inch (B). <i>Pulley</i> yang digunakan dengan menggunakan jenis <i>pulley</i> A2, yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan mengurangi selip pada <i>v-belt</i> pada saat proses produksi bubur kertas</p>		

5.		<p>Motor penggerak dengan menggunakan motor listrik 1phase 1.5Hp dengan kecepatan putaran 1450Rpm</p>		
6.		<p>V-belt dengan menggunakan tipe A sebanyak dua buah untuk menghubungkan antara motor penggerak dengan poros <i>screw</i>.</p>		
7.		<p><i>Pillow Block</i> F207 diameter 25mm digunakan untuk menahan poros bagian atas tabung.</p>		
8.		<p>Bearing UCP204 diameter 25mm, digunakan untuk menahan poros bagian tengah.</p>		

9.		<p><i>Pillow Block F207</i> diameter 20mm, digunakan untuk menahan poros bagian bawah</p>	
10		<p><i>Box panel</i> yang digunakan ukuran 30x20x15cm. <i>Box panel</i> listrik digunakan untuk menyimpan atau melindungi instalasi listrik dari percikan air pada saat proses produksi berlangsung. Susunan pada panel listrik diantaranya: 1) Terminal block, 2) MCB, 3) Power relay, 4) <i>Push bottom On/Of</i>, dan 5) Pengunci dan <i>handle box panel</i>.</p>	
11		<p>Penyambungan komponen mesin dengan tujuan untuk kemudahan dalam pemasangan dan perawatan komponen mesin menggunakan sambungan murbaut. Murbaut menggunakan ukuran M12, dalam proses pengencangan dan pelepasan murbaut menggunakan kunci pas/kunci ring tanpa menggunakan kunci khusus. Murbaut digunakan untuk menyambung bagian komponen mesin secara tidak permanen dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses pemasangan dan</p>	

		penggantian komponen mesin apabila terjadi kerusakan.		
--	--	---	--	--

Validatro

( \_\_\_\_\_ )

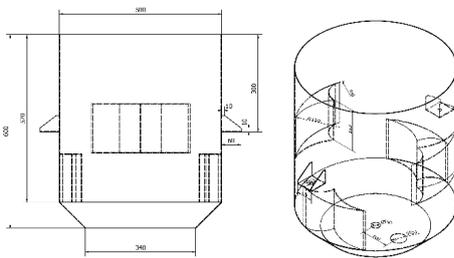
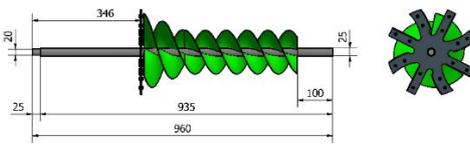
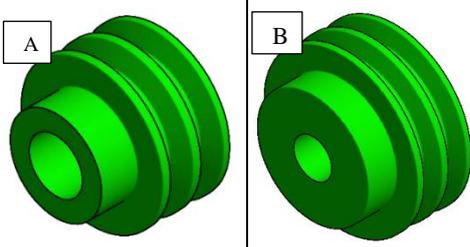
## 24. Lampiran 24 validasi hasil rancangan oleh pakar desain

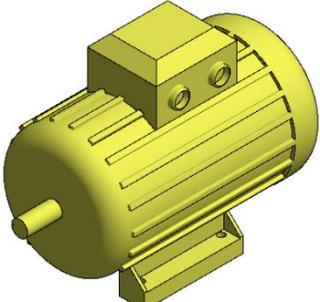
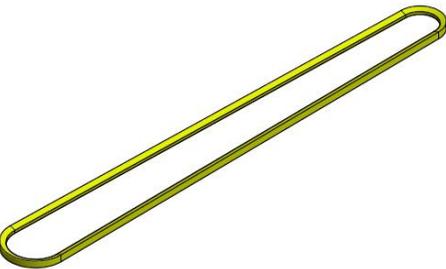
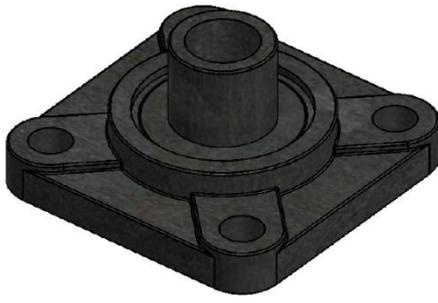
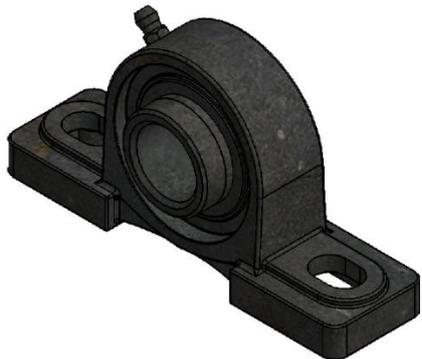
Validasi desain mesin pembuat bubur kertas kapasitas 900 liter/jam oleh pakar desain

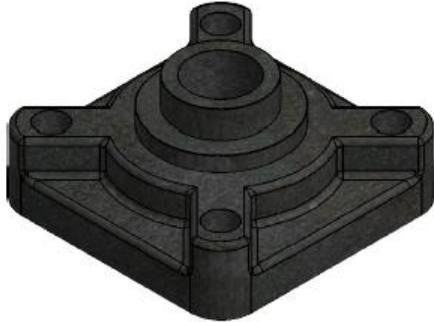
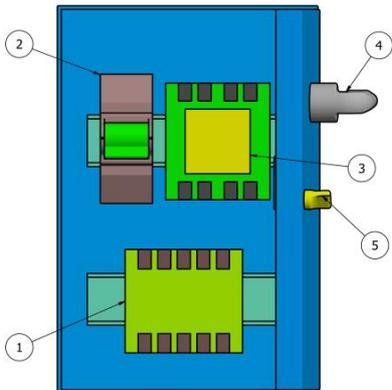
**Petunjuk pengisian:**

Berikan tanda ceklist (√) pada kolom yang tersedia, apabila desain rancangan sudah sesuai berikan tanda ceklist pada kolom “Ya” dan apabila tidak sesuai berikan tanda ceklist pada kolom “Tidak”.

No.	Desain mesin	Spesifikasi	Keterangan	
			Ya	Tidak
1.		<p>Rangka mesin menggunakan material besi siku 50x50x5mm. Ketinggian mesin 100cm dan lebar mesin 50cm. Ketinggian mesin didesain sesuai dengan ergonomi ketinggian orang asia untuk kemudahan dalam memasukkan kertas ke dalam tabung. Sedangkan untuk lebar mesin didesain dengan lebar 50cm atau ≤80cm (kurang dari lebar satu daun pintu), untuk kemudahan dalam memindahkan mesin kedalam maupun keluar ruangan.</p>		

2.		<p>Tabung didesain dengan diameter 50cm dan dengan ketinggian 60cm agar mampu untuk memproduksi kertas 2.76 kg kertas kering/tiga menit (satu kali proses) atau mampu produksi kertas 7.5 kg kertas basah/tiga menit (satu kali proses). Di dalam tabung didesain dengan plat pengarah yang berfungsi untuk mengarahkan putaran bubur kertas untuk menuju ke <i>screw</i> sehingga dapat berputar secara maksimal dan menghasilkan bubur kertas yang halus.</p>	
3.		<p>Poros didesain dengan tiga <i>screw</i> yang berfungsi untuk mendorong kertas yang ada dipermukaan tabung untuk menuju ke pisau agar dapat tercacah secara maksimal. Pada poros dilengkapi dengan pisau planer sebanyak delapan buah untuk memaksimalkan hasil bubur kertas.</p>	
4.		<p><i>Pulley</i> yang digunakan dengan perbandingan 2:5. Untuk <i>plley</i> penggerak pada motor menggunakan diameter 2inch (A) dan untuk poros <i>screw</i> dengan menggunakan <i>pulley</i> diameter 5inch (B). <i>Pulley</i> yang digunakan dengan menggunakan jenis <i>pulley</i> A2, yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan mengurangi selip pada <i>v-belt</i> pada saat proses produksi bubur kertas</p>	

5.		<p>Motor penggerak dengan menggunakan motor listrik 1phase 1.5Hp dengan kecepatan putaran 1450Rpm</p>		
6.		<p>V-belt dengan menggunakan tipe A1 sebanyak dua buah untuk menghubungkan antara motor penggerak dengan poros <i>screw</i>.</p>		
7.		<p><i>Pillow Block</i> F207 diameter 25mm digunakan untuk menahan poros bagian atas tabung.</p>		
8.		<p>Bearing UCP204 diameter 25mm, digunakan untuk menahan poros bagian tengah.</p>		

9.		<p><i>Pillow Block F207</i> diameter 20mm, digunakan untuk menahan poros bagian bawah</p>		
10.		<p><i>Box panel</i> yang digunakan ukuran 30x20x15cm. <i>Box panel</i> listrik digunakan untuk menyimpan atau melindungi instalasi listrik dari percikan air pada saat proses produksi berlangsung. Susunan pada panel listrik diantaranya: 1) Terminal block, 2) MCB, 3) Power relay, 4) Push bottom On/Of, dan 5) Pengunci dan handle box panel.</p>		
11.		<p>Penyambungan komponen mesin dengan tujuan untuk kemudahan dalam pemasangan dan perawatan komponen mesin dengan menggunakan sambungan murbaut. Murbaut menggunakan ukuran M12, dalam proses pengencangan dan pelepasan murbaut dengan menggunakan kunci pas/kuci ring tanpa dengan kunci khusus. Murbaut digunakan untuk menyambung bagian komponen mesin secara tidak permanen dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses pemasangan dan penggantian komponen mesin apabila terjadi kerusakan.</p>		

12.		Faktor keamanan pada desain dihitung secara manual menggunakan persamaan. Perhitungan faktor keamanan secara lengkap disajikan pada perhitungan elemen mesin		
-----	---	--	--	--

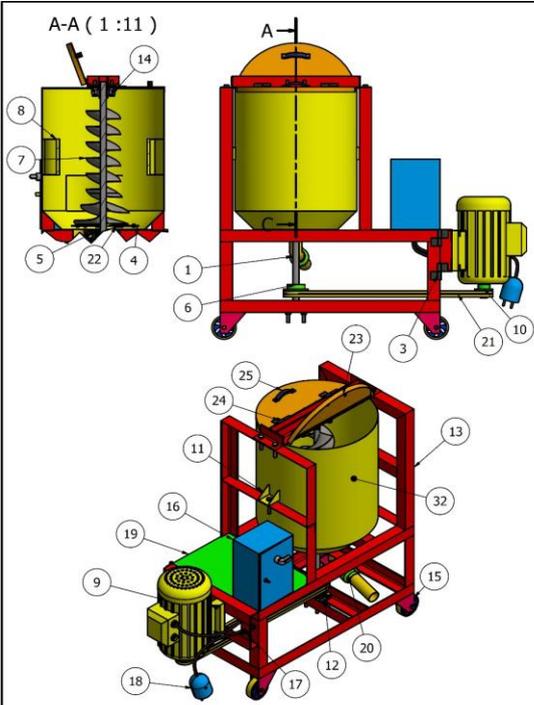
Pakar Desain

( \_\_\_\_\_ )

25. Lampiran 25 Validasi spesifikasi mesin oleh tenaga LAB Teknik Mesin

UNNES

Borang validasi spesifikasi mesin oleh tenaga LAB Teknik Mesin UNNES



25.	Handel	SUS 304	2
24.	Engsel tutup tabung	SUS 304	4
23.	Tutup tabung	SUS 304	2
22.	Dudukan pisau planer	SUS 304	1
21.	V-belt	Rubber	2
20.	Stopkran 2inch	steel	1
19.	Plat meja 1.5mm	steel	1
18.	Steker	Plastic	1
17.	Baut penyatel v-belt	steel	1
16.	Panel box listrik	steel	1
15.	Roda mesin		4
14.	Pillow Block Bearing F207 Ø25mm	Steel	1
13.	Rangka Mesin siku 50x50x3	Steel	1
12.	Pillow Block Bearing F207 Ø20mm	Cast iron	1
11.	Holder	SUS 304	2
10.	Pulley 3inch Ø28	Cast iron	1
9.	Motor Listrik 1.5pk		1
8.	Plat pengarah	SUS 304	4
7.	Screw	SUS 304	3
6.	Pulley 4inch Ø25 mm	Cast iron	1
5.	Pillow Block Bearing UCP204 Ø25mm	Cast iron	1
4.	Pisau Plener	TCT	8
3.	Engsel	Steel	2
2.	Tabung	SUS 304	1
1.	Poros	Steel	1

ITEM	PART NAME	MATERIAL	QTY
Keterangan :			
UNNES		Bill of material	No. 5 A3

**Petunjuk pengisian:**

Berikan tanda ceklist (√) pada kolom yang tersedia.

No.	Spesifikasi Desain Mesin <i>Pulper</i>	Penilaian	
		YA	TIDAK
1.	Kemudahan dalam pemasangan komponen mesin		
3.	Sperpart mudah ditemukan dipasaran		
4.	Tidak membutuhkan alat khusus dalam proses perakitan		
5.	Kemudahan dalam pengambilan hasil		
6.	Kemudahan dalam pemindahan mesin		
7.	Mudah dalam penyetelan dan pemasangan <i>v-belt</i>		
8.	Mudah dalam pengoprasian		
9.	Lebar mesin tidak melebihi lebar satu daun pintu ( $\leq 80\text{cm}$ )		
10.	Mesin tidak bising		

26. Lampiran 26 Hasil validasi persyaratan teknis oleh pengguna

Validasi desain mesin pembuat bubur kertas kapasitas 900 liter/jam

**Petunjuk pengisian:**

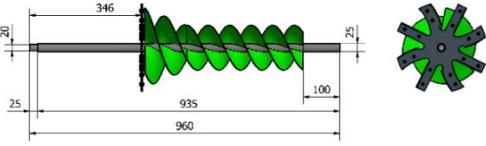
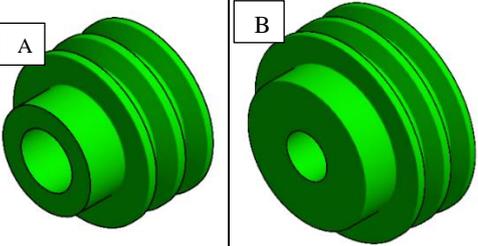
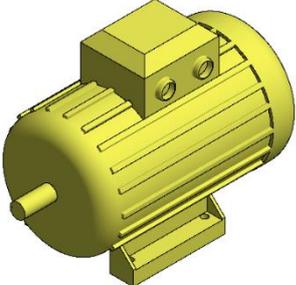
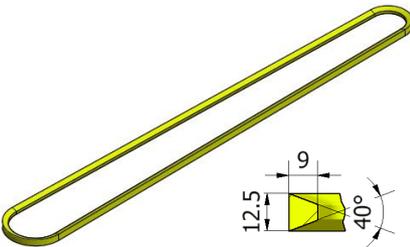
Berikan tanda ceklist (√) pada kolom keterangan, jika desain sesuai dengan persyaratan teknis berikan tanada ceklist pada kolom “Ya” dan apabila tidak sesuai berikan tanda ceklist pada kolom tidak.

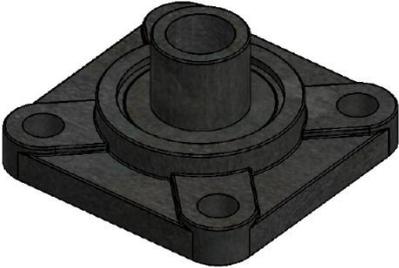
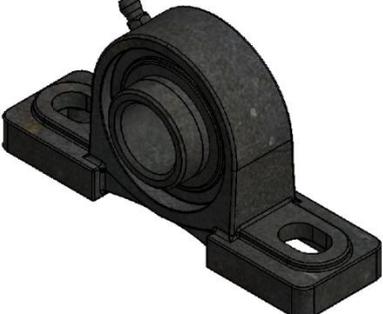
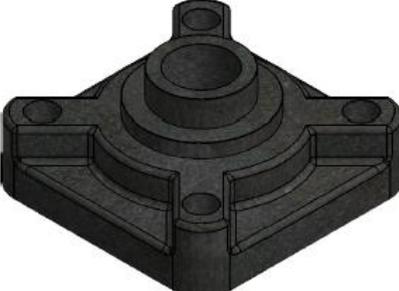
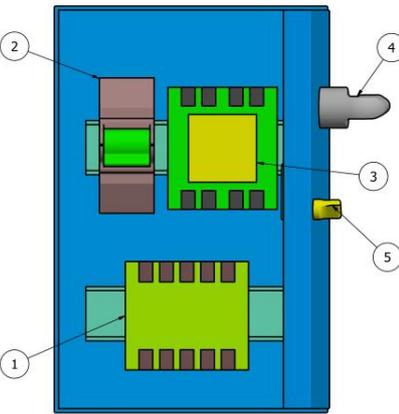
**Persyaratan teknis mesin pembuat bubur**

- 1) Mesin pembuat bubur kertas mempunyai lebar  $\leq$  lebar 1 daun pintu tunggal (80cm).
- 2) Ketinggian mesin pembuat bubur kertas sesuai dengan ketinggian ergonomi orang Asia ( $\pm 100$ cm).
- 3) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan motor penggerak motor listrik.
- 4) Menggunakan sambungan mur baut pada komponen mesin yang mempunyai fungsi untuk kemudahan perakitan dan perawatan.
- 5) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan satu saklar untuk kemudahan dalam pengoprasian mesin.
- 6) Pengambilan hasil produksi (bubur kertas) melalui saluran pembuangan.
- 7) Komponen-komponen mesin yang digunakan mudah ditemukan dipasaran, untuk kemudahan dalam perawatan.
- 8) Mesin pembuat bubur kertas mudah dalam perawatan.
- 9) Mesin pembuat bubur kertas mudah dalam perakitan.
- 10) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan roda untuk kemudahan mobilitas mesin.
- 11) Mesin pembuat bubur kertas mampu memproduksi 900 liter/jam.
- 12) Mesin pembuat bubur kertas mampu memproduksi kertas HSV, kardus, koran dan kertas leaflet.
- 13) Poros pengaduk mesin pembuat bubur kertas mampu mengaduk dan menghasilkan bubur kertas dengan cepat.
- 14) Rangka mesin menggunakan material kuat, ringan dan anti karat.
- 15) Tabung, poros pengaduk menggunakan material kuat, ringan dan anti karat.

- 16) Mesin pembuat bubur kertas mempunyai fungsi utama untuk memproduksi bubur kertas

No.	Desain mesin	Spesifikasi	Keterangan	
			Ya	Tidak
1.		<p>Rangka mesin menggunakan material besi siku 50x50x5mm. Ketinggian mesin 100cm dan lebar mesin 50cm. Ketinggian mesin didesain sesuai dengan ergonomi ketinggian orang asia untuk kemudahan dalam memasukkan kertas ke dalam tabung dan kenyamanan pada saat proses pengoprasian mesin. Sedangkan untuk lebar mesin didesain dengan lebar 50cm atau <math>\leq 80</math>cm (kurang dari lebar satu daun pintu), untuk kemudahan memindahkan mesin kedalam maupun keluar ruangan.</p>	√	
2.		<p>Tabung didesain dengan diameter 50cm dan ketinggian 60cm agar mampu untuk memproduksi kertas 2.76 kg kertas kering/tiga menit (satu kali proses) atau mampu produksi kertas 7.5 kg kertas basah/tiga menit (satu kali proses). Satukali produksi tabung diisi <math>\frac{3}{4}</math> dari volume tabung. Di dalam tabung didesain dengan plat pengarah yang berfungsi untuk mengarahkan putaran bubur kertas untuk menuju ke <i>screw</i> sehingga dapat berputar secara maksimal dan menghasilkan bubur kertas yang halus.</p>	√	

3.		<p>Poros didesain dengan tiga <i>screw</i> yang berfungsi untuk mendorong kertas yang ada dipermukaan tabung untuk menuju ke pisau agar dapat tercacah secara maksimal. Pada poros pengaduk dilengkapi dengan pisau planer sebanyak delapan buah untuk memaksimalkan hasil bubur kertas.</p>	√	
4.		<p><i>Pulley</i> yang digunakan dengan perbandingan 2:5. Untuk <i>plley</i> penggerak pada motor menggunakan diameter 2inch (A) dan untuk poros <i>screw</i> dengan menggunakan <i>pulley</i> diameter 5inch (B). <i>Pulley</i> yang digunakan dengan menggunakan jenis <i>pulley</i> A2, yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan mengurangi selip pada <i>v-belt</i> pada saat proses produksi bubur kertas</p>	√	
5.		<p>Motor penggerak dengan menggunakan motor listrik 1phase 1.5Hp dengan kecepatan putaran 1450Rpm</p>	√	
6.		<p><i>V-belt</i> dengan menggunakan tipe A sebanyak dua buah untuk menghubungkan antara motor penggerak dengan poros <i>screw</i>.</p>	√	

7.		<p><i>Pillow Block F207</i> diameter 25mm digunakan untuk menahan poros bagian atas tabung.</p>	√	
8.		<p>Bearing UCP204 diameter 25mm, digunakan untuk menahan poros bagian tengah.</p>	√	
9.		<p><i>Pillow Block F207</i> diameter 20mm, digunakan untuk menahan poros bagian bawah</p>	√	
10		<p><i>Box panel</i> yang digunakan ukuran 30x20x15cm. <i>Box panel</i> listrik digunakan untuk menyimpan atau melindungi instalasi listrik dari percikan air pada saat proses produksi berlangsung. Susunan pada panel listrik diantaranya: 1) Terminal block, 2) MCB, 3) Power relay, 4) Push bottom On/Of, dan 5) Pengunci dan handle box panel.</p>	√	

11		<p>Penyambungan komponen mesin dengan tujuan untuk kemudahan dalam pemasangan dan perawatan komponen mesin menggunakan sambungan murbaut. Murbaut menggunakan ukuran M12, dalam proses pengencangan dan pelepasan murbaut menggunakan kunci pas/kunci ring tanpa menggunakan kunci khusus. Murbaut digunakan untuk menyambung bagian komponen mesin secara tidak permanen dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses pemasangan dan penggantian komponen mesin apabila terjadi kerusakan.</p>	√	
----	---	---	---	--

Validator



( Khoirudin Fathoni, S.T., M.T. )

27. Lampiran 27 Hasil validasi persyaratan teknis oleh pengguna

Validasi desain mesin pembuat bubur kertas kapasitas 900 liter/jam

**Petunjuk pengisian:**

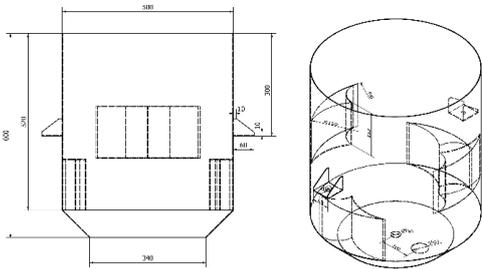
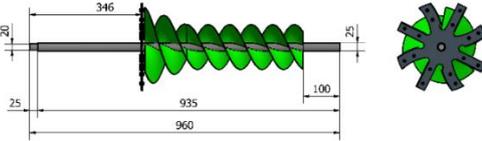
Berikan tanda ceklist (√) pada kolom keterangan, jika desain sesuai dengan persyaratan teknis berikan tanada ceklist pada kolom “Ya” dan apabila tidak sesuai berikan tanda ceklist pada kolom tidak.

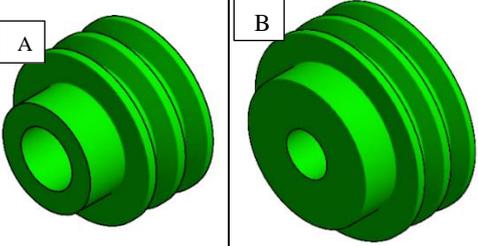
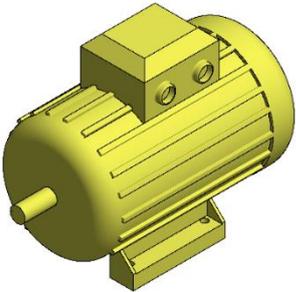
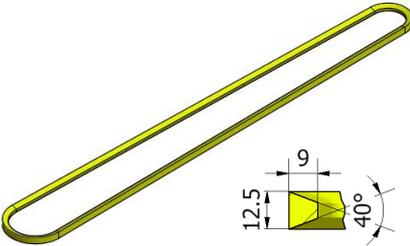
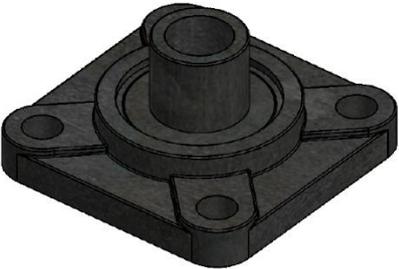
**Persyaratan teknis mesin pembuat bubur**

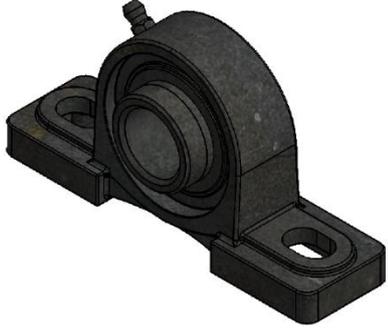
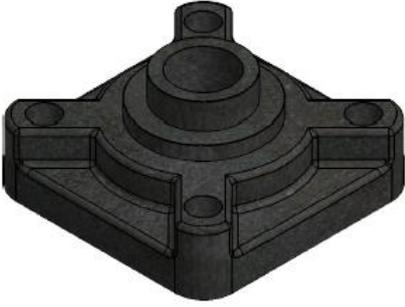
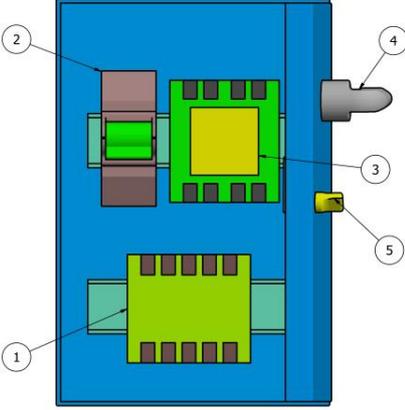
17) Mesin pembuat bubur kertas mempunyai lebar ≤ lebar 1 daun pintu tunggal (80cm).

- 18) Ketinggian mesin pembuat bubur kertas sesuai dengan ketinggian ergonomi orang Asia ( $\pm 100$ cm).
- 19) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan motor penggerak motor listrik.
- 20) Menggunakan sambungan mur baut pada komponen mesin yang mempunyai fungsi untuk kemudahan perakitan dan perawatan.
- 21) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan satu saklar untuk kemudahan dalam pengoprasian mesin.
- 22) Pengambilan hasil produksi (bubur kertas) melalui saluran pembuangan.
- 23) Komponen-komponen mesin yang digunakan mudah ditemukan dipasaran, untuk kemudahan dalam perawatan.
- 24) Mesin pembuat bubur kertas mudah dalam perawatan.
- 25) Mesin pembuat bubur kertas mudah dalam perakitan.
- 26) Mesin pembuat bubur kertas menggunakan roda untuk kemudahan mobilitas mesin.
- 27) Mesin pembuat bubur kertas mampu memproduksi 900 liter/jam.
- 28) Mesin pembuat bubur kertas mampu memproduksi kertas HSV, kardus, koran dan kertas leaflet.
- 29) Poros pengaduk mesin pembuat bubur kertas mampu mengaduk dan menghasilkan bubur kertas dengan cepat.
- 30) Rangka mesin menggunakan material kuat, ringan dan anti karat.
- 31) Tabung, poros pengaduk menggunakan material kuat, ringan dan anti karat.
- 32) Mesin pembuat bubur kertas mempunyai fungsi utama untuk memproduksi bubur kertas

No.	Desain mesin	Spesifikasi	Keterangan	
			Ya	Tidak
1.		Rangka mesin menggunakan material besi siku 50x50x5mm. Ketinggian mesin 100cm dan lebar mesin 50cm. Ketinggian mesin didesain sesuai dengan ergonomi ketinggian orang asia untuk kemudahan dalam memasukkan kertas ke dalam tabung dan kenyamanan pada saat proses pengoprasian	√	

		mesin. Sedangkan untuk lebar mesin didesain dengan lebar 50cm atau $\leq 80$ cm (kurang dari lebar satu daun pintu), untuk kemudahan memindahkan mesin kedalam maupun keluar ruangan.		
2.		Tabung didesain dengan diameter 50cm dan ketinggian 60cm agar mampu untuk memproduksi kertas 2.76 kg kertas kering/tiga menit (satu kali proses) atau mampu produksi kertas 7.5 kg kertas basah/tiga menit (satu kali proses). Satukali produksi tabung diisi $\frac{3}{4}$ dari volume tabung. Di dalam tabung didesain dengan plat pengarah yang berfungsi untuk mengarahkan putaran bubur kertas untuk menuju ke <i>screw</i> sehingga dapat berputar secara maksimal dan menghasilkan bubur kertas yang halus.	√	
3.		Poros didesain dengan tiga <i>screw</i> yang berfungsi untuk mendorong kertas yang ada dipermukaan tabung untuk menuju ke pisau agar dapat tercacah secara maksimal. Pada poros pengaduk dilengkapi dengan pisau planer sebanyak delapan buah untuk memaksimalkan hasil bubur kertas.	√	

4.		<p><i>Pulley</i> yang digunakan dengan perbandingan 2:5. Untuk <i>plley</i> penggerak pada motor menggunakan diameter 2inch (A) dan untuk poros <i>screw</i> dengan menggunakan <i>pulley</i> diameter 5inch (B). <i>Pulley</i> yang digunakan dengan menggunakan jenis <i>pulley</i> A2, yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan mengurangi selip pada <i>v-belt</i> pada saat proses produksi bubuk kertas</p>	√	
5.		<p>Motor penggerak dengan menggunakan motor listrik 1phase 1.5Hp dengan kecepatan putaran 1450Rpm</p>	√	
6.		<p><i>V-belt</i> dengan menggunakan tipe A sebanyak dua buah untuk menghubungkan antara motor penggerak dengan poros <i>screw</i>.</p>	√	
7.		<p><i>Pillow Block</i> F207 diameter 25mm digunakan untuk menahan poros bagian atas tabung.</p>	√	

8.		<p>Bearing UCP204 diameter 25mm, digunakan untuk menahan poros bagian tengah.</p>	√	
9.		<p><i>Pillow Block</i> F207 diameter 20mm, digunakan untuk menahan poros bagian bawah</p>	√	
10		<p><i>Box panel</i> yang digunakan ukuran 30x20x15cm. <i>Box panel</i> listrik digunakan untuk menyimpan atau melindungi instalasi listrik dari percikan air pada saat proses produksi berlangsung. Susunan pada panel listrik diantaranya: 1) Terminal block, 2) MCB, 3) Power relay, 4) Push button On/Of, dan 5) Pengunci dan handle box panel.</p>	√	

11		<p>Penyambungan komponen mesin dengan tujuan untuk kemudahan dalam pemasangan dan perawatan komponen mesin menggunakan sambungan murbaut. Murbaut menggunakan ukuran M12, dalam proses pengencangan dan pelepasan murbaut menggunakan kunci pas/kunci ring tanpa menggunakan kunci khusus. Murbaut digunakan untuk menyambung bagian komponen mesin secara tidak permanen dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses pemasangan dan penggantian komponen mesin apabila terjadi kerusakan.</p>	√	
----	---	---	---	--

Validatro



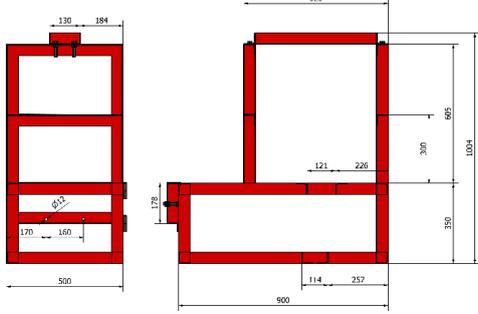
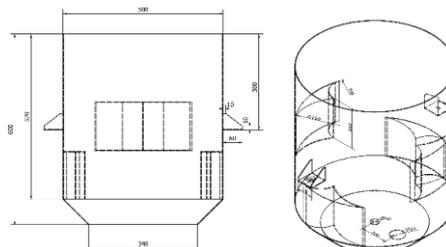
(Eli Dwi Astuti, S.Si.)

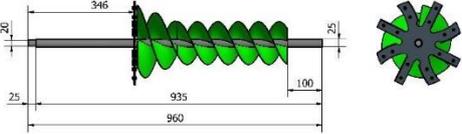
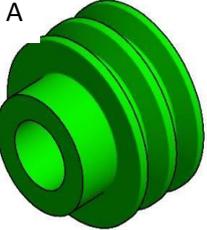
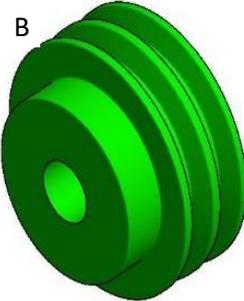
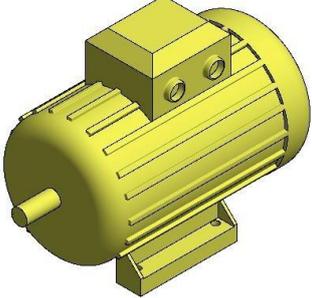
28. Lampiran 28 Hasil validasi rancangan mesin pembuat bubur kertas oleh pakar desain

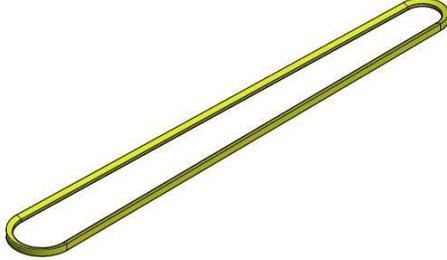
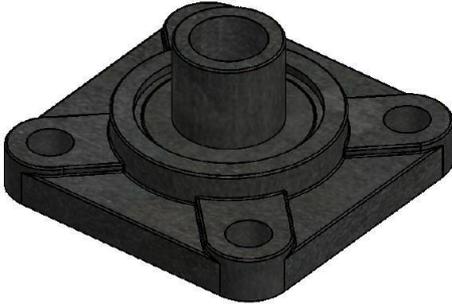
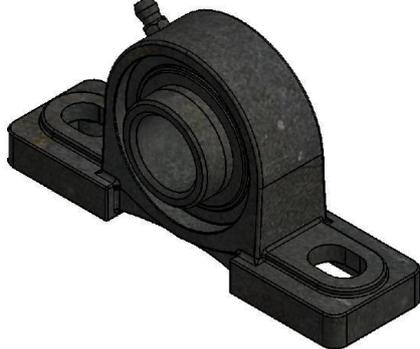
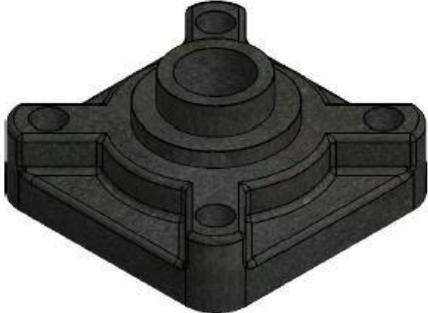
Validasi desain mesin pembuat bubur kertas kapasitas 900 liter/jam

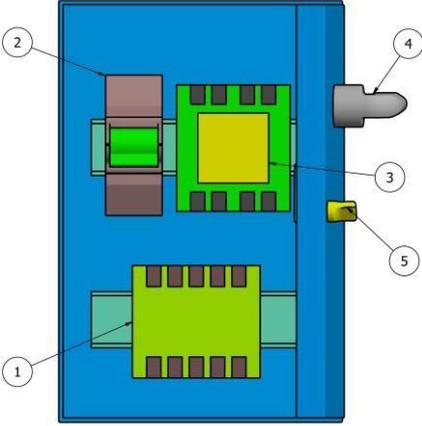
**Petunjuk pengisian:**

Berikan tanda ceklist (√) pada kolom yang tersedia, apabila desain rancangan sudah sesuai berikan tanda ceklist pada kolom “Ya” dan apabila tidak sesuai berikan tanda ceklist pada kolom “Tidak”.

No.	Desain Mesin	Spesifikasi	Keterangan	
			Ya	Tidak
1.		<p>Rangka mesin menggunakan material besi siku 50x50x5mm. Ketinggian mesin 100cm dan lebar mesin 50cm. Ketinggian mesin didesain sesuai dengan ergonomi ketinggian orang asia untuk kemudahan dalam memasukkan kertas ke dalam tabung. Sedangkan untuk lebar mesin didesain dengan lebar 50cm atau <math>\leq 80</math>cm (kurang dari lebar satu daun pintu), untuk kemudahan dalam memindahkan mesin kedalam maupun keluar ruangan.</p>	√	
2.		<p>Tabung didesain dengan diameter 50cm dan dengan ketinggian 60cm agar mampu untuk memproduksi kertas 2.76 kg kertas kering/tiga menit (satu kali proses) atau mampu produksi kertas 7.5 kg kertas basah/tiga menit (satu kali proses). Di dalam tabung didesain dengan plat pengarah yang berfungsi untuk mengarahkan putaran bubuk kertas untuk menuju ke <i>screw</i> sehingga dapat berputar secara maksimal dan menghasilkan bubuk kertas yang halus.</p>	√	

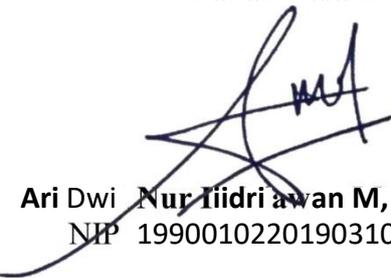
3.		<p>Poros didesain dengan tiga <i>screw</i> yang berfungsi untuk mendorong kertas yang ada dipermukaan tabung untuk menuju ke pisau agar dapat tercacah secara maksimal. Pada poros dilengkapi dengan pisau planer sebanyak delapan buah untuk memaksimalkan hasil bubur kertas.</p>	√		
4.			<p><i>Pulley</i> yang digunakan dengan perbandingan 2:5. Untuk <i>plley</i> penggerak pada motor menggunakan diameter 2inch (A) dan untuk poros <i>screw</i> dengan menggunakan <i>pulley</i> diameter 5inch (B). <i>Pulley</i> yang digunakan dengan menggunakan jenis <i>pulley</i> A2, yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan mengurangi selip pada <i>v-belt</i> pada saat proses produksi bubur kertas</p>	√	
4.		<p>Motor penggerak dengan menggunakan motor listrik 1phase 1.5Hp dengan kecepatan putaran 1450Rpm</p>	√		

5.		<p><i>V-belt</i> dengan menggunakan tipe A1 sebanyak dua buah untuk menghubungkan antara motor penggerak dengan poros <i>screw</i>.</p>	√	
6.		<p><i>Pillow Block</i> F207 diameter 25mm digunakan untuk menahan poros bagian atas tabung.</p>	√	
7.		<p>Bearing diameter UCP204 25mm, digunakan untuk menahan <i>poros</i> bagian tengah.</p>	√	
8.		<p><i>Pillow Block</i> F207 diameter 20mm, digunakan untuk menahan <i>poros</i> bagian bawah</p>	√	

9.		<p><i>Box panel</i> yang digunakan ukuran 30x20x15cm. <i>Box panel</i> listrik digunakan untuk menyimpan atau melindungi instalasi listrik dari percikan air pada saat proses produksi berlangsung. Susunan pada panel listrik diantaranya: 1) Terminal <i>block</i>, 2) MCB, 3) Power <i>relay</i>, 4) <i>Push bottom On/Of</i>, dan 5) Pengunci dan <i>handle box panel</i>.</p>	√	
10.		<p>Penyambungan komponen mesin dengan tujuan untuk kemudahan dalam pemasangan dan perawatan komponen mesin dengan menggunakan sambungan murbaut. Murbaut menggunakan ukuran M12, dalam proses pengencangan dan pelepasan murbaut dengan menggunakan kunci pas/kunci ring tanpa dengan kunci khusus. Murbaut digunakan untuk menyambung bagian komponen mesin secara tidak permanen dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses pemasangan dan penggantian komponen mesin apabila terjadi kerusakan.</p>	√	

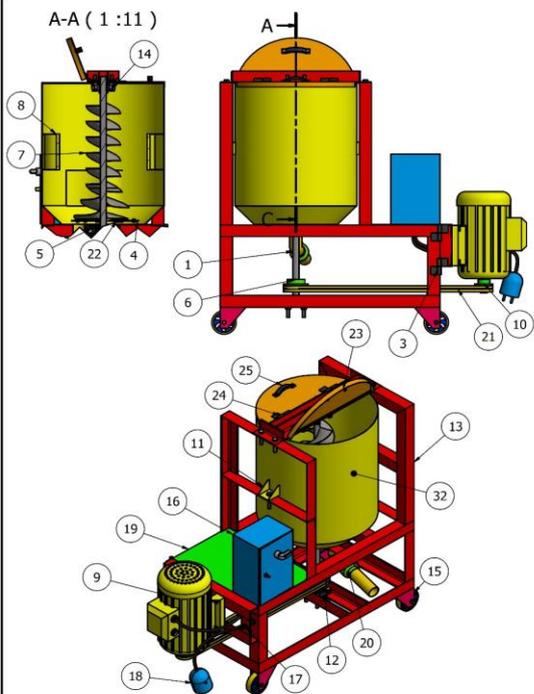
11.		<p>Faktor keamanan pada desain dihitung secara manual menggunakan <i>persamaan</i>. Perhitungan faktor keamanan secara lengkap disajikan pada perhitungan elemen mesin</p>	√
-----	---	--	---

**Pakar Desain**


  
**Ari Dwi Nurhidriawan M, M.Pd**  
 NIP 19900102201903101

29. Lampiran 29 Hasil validasi spesifikasi mesin oleh tenaga LAB Teknik Mesin UNNES

Borang validasi spesifikasi mesin oleh tenaga LAB Teknik Mesin UNNES



25.	Handel	SUS 304	2
24.	Engsel tutup tabung	SUS 304	4
23.	Tutup tabung	SUS 304	2
22.	Dudukan pisau planer	SUS 304	1
21.	V-belt	Rubber	2
20.	Stopkran 2inch	steel	1
19.	Plat meja 1.5mm	steel	1
18.	Steker	Plastic	1
17.	Baut penyetel v-belt	steel	1
16.	Panel box listrik	steel	1
15.	Roda mesin		4
14.	Pillow Block Bearing F207 Ø25mm	Steel	1
13.	Rangka Mesin siku 50x50x3	Steel	1
12.	Pillow Block Bearing F207 Ø20mm	Cast iron	1
11.	Holder	SUS 304	2
10.	Pulley 3inch Ø28	Cast iron	1
9.	Motor Listrik 1.5pk		1
8.	Plat pengarah	SUS 304	4
7.	Screw	SUS 304	3
6.	Pulley 4inch Ø25 mm	Cast iron	1
5.	Pillow Block Bearing UCP204 Ø25mm	Cast iron	1
4.	Pisau Plener	TCT	8
3.	Engsel	Steel	2
2.	Tabung	SUS 304	1
1.	Poros	Steel	1

ITEM	PART NAME	MATERIAL	QTY
UNNES	Bill of material		No. 5 A3

**Petunjuk pengisian:**

Berikan tanda ceklist (√) pada kolom yang tersedia.

No.	Spesifikasi Desain Mesin <i>Pulper</i>	Penilaian	
		YA	TIDAK
1.	Kemudahan dalam pemasangan komponen mesin	√	
3.	Sperpart mudah ditemukan dipasaran	√	
4.	Tidak membutuhkan alat khusus dalam proses perakitan	√	
5.	Kemudahan dalam pengambilan hasil	√	
6.	Kemudahan dalam pemindahan mesin	√	
7.	Mudah dalam penyetelan dan pemasangan <i>v-belt</i>	√	
8.	Mudah dalam pengoprasian	√	
9.	Lebar mesin tidak melebihi lebar satu daun pintu ( $\leq 80\text{cm}$ )	√	
10.	Mesin tidak bising	√	

Tim Laboratorium Teknik  
Mesin UNNES



( R. Ambar Kuntoro M.G )

1979071120150821087