

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGUPAS KULIT ARI KACANG KEDELAI SISTIM PENGGERAK MOTOR LISTRIK

Revensius Mario Fallo^{1*}, Amiruddin Abdullah², Nasaruddin³

^{1,2,3} Politeknik Negeri Kupang, Jurusan Teknik Mesin

Jl.Adi Sucipto Penfui Kupang Nusa Tenggara Timur P.O Box 139

E-mail: revensiusfallo98@gmail.com

Abstrak

Dalam proses pembuatan tempe peralatan yang digunakan masih bekerja secara manual oleh pengusaha kecil di wilayah kota Kupang salah satunya dalam proses pembuatan tempe. Dalam hal ini bahan baku pembuatan tempe membutuhkan keping biji yang sudah terpisah dari kulitnya. Dalam skala kecil, misalnya 1-2 kg, pemisahan kulit ari kedelai dapat dilakukan dengan tangan. Jika produksi tempe dalam skala menengah, pembuat tempe biasanya melakukan dengan teknik mengikak-ngijak kacang kedelai dengan tujuan untuk melepaskan kacang kedelai dari kulit arinya. Dilihan dari permasalahan yang di alami oleh pengusaha maka dengan ini penulis ingin mengangkat judul "Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengupas Kulit Ari Kacang Kedelai" Tujuan dari pembuatan alat ini adalah Untuk mengetahui bagaimana merancang alat kupas kulit ari kacang kedelai, Untuk membuat alat kupas kulit ari kacang. Adapun metode yang digunakan dalam pembuatan alat ini yaitu, metode pembuatan komponen seperti : poros, alur pemisah, pelindung, saluran masuk, hoper keluar, dan rangka. Setelah itu tahap perakitan dan uji coba alat. Adapun hasil dan pembahasan pada perencanaan dan pembuatan alat pengupas kulit ari kacang kedelai penggerak motor listrik yaitu hasil meliputi hasil perhitungan komponen, hasil pembuatan komponen, hasil perakitan komponen, hasil pembuatan alat, dan hasil uji fungsi alat, pada data pengujian terlihat bahwa kapasitas kacang kedelai yang paling banyak dipisahkan dari kulit ari kacang kedelai secara utuh yaitu putaran yang di gunakan 900 rpm, jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm dan lama waktu pengupasan 58 sekon dan banyaknya jagung yang dipipil 0,780 kg.

Kata kunci: Alat, Pengupas, Kedelai

PENDAHULUAN

Dalam proses pembuatan tempe peralatan yang digunakan masih bekerja secara manual oleh pengusaha kecil di wilayah kota Kupang salah satunya dalam proses pembuatan tempe. Dalam hal ini bahan baku pembuatan tempe membutuhkan keping biji yang sudah terpisah dari kulitnya yang sudah terbuang. Dalam skala kecil, misalnya 1-2 kg, pemisahan kulit ari kedelai dapat dilakukan dengan tangan. Jika produksi tempe dalam skala menengah, pembuat tempe biasanya melakukan dengan teknik menginjak-injak kacang kedelai dengan tujuan untuk melepaskan kacang kedelai dari kulit luarnya. Cara ini lebih efisien dibandingkan menggunakan tangan, tetapi memberi kesan tidak higienis. Untuk menghilangkan kesan tidak higienis, biasanya parah pengusaha masukan kedelai terlebih dahulu kedalam karung, lalu diinjak-injak. Setelah diinjak-injak, kedelai diletakan di dalam bak penampung yang sudah di isi air penuh terlebih dahulu sehingga air yang masuk kedalam bakul. Hal tersebut membuat secara tidak langsung membuat kulit

dari kedelai akan terlepas dan akan terangkat saat isi dari bakul diaduk-aduk menggunakan tangan kosong. Bakul diangkat sedikit sehingga kurang lebih $\frac{3}{4}$ bagian dari bakul yang masih terendam oleh air di dalam bak. Lalu bakul tersebut akan dimiringkan agar air yang berada didalam bakul membawa keluar kulit ari dari kedelai. Cara memisahkan kulit ari kacang kedelai masih menggunakan cara manual dengan cara kacang kedelai yang sudah di rebus kemudian di pisahkan dengan cara mengosokkan kacang kedelai dengan tangan. Sedangkan alat pemisah kulit ari kacang kedelai yang sudah ada sudah menggunakan bantuan motor penggerak. Adapun alat pengupas kulit ari tersebut memiliki kelemahannya adalah kedelai yang dikupas harus berukuran seragam. Kedelai yang berukuran lebih kecil dari kerenggangan silinder yaitu panjang 6,03 mm dan lebarnya 5,04 mm akan lolos begitu saja hal tersebut membuat kulit dari kacang kedelai tidak akan terpisah, sedangkan biji berukuran lebih besar dari kerenggangan silinder yaitu berukuran panjang 9,03 mm dan lebarnya 6,06 mm akan hancur begitu saja dalam proses pengupasan.

Dengan melihat keadaan seperti ini maka perlu dikembangkan peralatan atau teknologi alternatif yang bisa memudahkan para pengusaha tempe. Maka penulis ingin merencanakan dan mengembangkan alat pemisah kulit ari kacang kedelai yang menggunakan alur pemisah yang berbentuk silinder dengan bantuan motor penggerak. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses pengupasan kulit ari kacang kedelai yang dilakukan oleh pengusaha. Karena kebutuhan akan tempe yang relatif banyak, maka dari itu proses produksi yang banyak akan sangat membantu dan memenuhi kebutuhan masyarakat akan tempe.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

a. Pengupasan biji kedelai manual

Pada proses pengupasan dengan cara manual dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 1. Cara pengupasan kulit ari kacang kedelai manual

b. Pengupasan biji kedelai (dengan menggunakan alat manual)

Proses pengupasan yang sudah menggunakan bantuan alat untuk mengupas kulit ari kacang kedelai tetapi masih menggunakan tenaga manusia dalam proses untuk memutar engkol dan silinder yang terbuat dari kayu yang di buat menyerupai roda gigi. Proses pengupasan terjadi di karenakan terjadinya gesekan antara silinder dengan kacang kedelai cara ini belum begitu efektif di karenakan masih membutuhkan waktu 10 menit dalam proses pengupasan 10 kg kacang kedelai cara dilakukan oleh 2 orang.



Gambar 2. Alat pengupas kulit ari kacang kedelai manual

c. Pengupas kulit ari kacang kedelai dengan menggunakan motor

Proses pengupasan kulit ari kacang kedelai dengan menggunakan cara ini sudah menggunakan bantuan motor penggerak untuk menggerakan silinder yang terbuat dari kayu yang di buat menyerupai roda gigi. Proses pengupasan terjadi di karenakan terjadinya gesekan antara silinder dengan kacang kedelai dinding pengatur. cara ini sudah mempermudah dalam proses pengupasan kulit ari kacang kedelai yaitu membutuhkan 6 menit untuk mengupas kurang lebih 10 kg kacang kedelai dan juga sudah tidak menggunakan tenaga manusia lagi. Tetapi cara ini juga mempunyai kekurangan yakni kacang kedelai yang dikupas haruslah berukuran sama jika ukuran dari kacang kedelai terlalu kecil maka akan lolos begitu saja dan kulit ari dari kacang kedelai tidak akan terpisah, sedangkan jika biji kedelai terlalu besar maka kacang kedelai tersebut akan hancur dalam proses pengupasan hal tersebutlah yang menjadi masalah.



Gambar 3. Alat pengupas kulit ari kacang kedelai dengan motor

Data Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan kunjungan ke industri pembuat tempe, guna melihat proses dan cara produksi serta teknologi yang digunakan, sebagai pertimbangan untuk membuat alat pengupas kulit ari kacang kedelai.

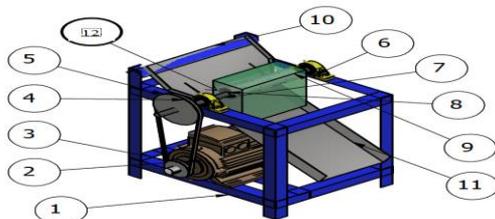
Setelah melakukan observasi dipabrik tempe tahu manikin penulis menemukan kekurangan padat alat pengupas kulit ari kacang kedelai manual. Alat pengupas kulit ari kacang kedelai tersebut dibuat dari kayu yang dilengkapi dengan sebuah silinder yang digerakan pedal sepada yang dilekatkan pada kayu tersebut. Pada saat proses pengupasan kacang kedelai berlangsung membutuhkan waktu kurang lebih 5-10 menit untuk mengupas 3-5 kg kacang kedelai dan masih membutuhkan tenaga manusia 2 orang. Ukuran dari kacang kedelai yang terkupas dengan ukurannya panjang 6,05mm – 7,06mm dan lebarnya adalah

5,09mm – 6,04mm, sedangkan biji dari kacang kedelai yang tidak terkupas memiliki ukuran panjangnya 3,09mm – 4,09mm dengan lebarnya 4,09mm – 5,09mm, sedangkan kacang kedelai yang hancur pada saat proses pengupasan berukuran panjangnya 8,01mm – 9,06 mm dan lebarnya 7,09mm – 8,06mm.

Desain Alat

Berdasarkan data kajian teknologi dari alat yang sudah ada maka penulis merancang alat pengupas kulit ari kacang kedelai dengan kapasitas produksi yang di rencanakan yaitu dalam satu kali proses pengupasan 5-10 kg kulit ari kacang kedelai membutuhkan waktu kurang lebih 2-5 menit.

a. Sketsa Alat



Gambar 4. Desain Alat pengupas kulit ari kacang kedelai

Keterangan:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1. Rangka | 7. Poros |
| 2. Motor | 8. Alur Pemisah |
| 3. Pully di gerakan | 9. Pelindung |
| 4. Pully penggerak | 10. Saluran masuk |
| 5. V-blet | 11. Saluran keluar |
| 6. Bantalan | 12. Pengatur |

Perencanaan Alat

Dalam merencanakan sebuah alat haruslah diperhitungkan berapa beban yang akan di pikul oleh alat tersebut agar alat yang akan dibuat di pakai dalam jangka waktu lama dan dapat memuaskan konsumen apabila alat tersebut dijual dipasaran. Maka perlu adanya perencanaan dalam sebuah pembuatan alat.

a. Perencanaan rangka

Gaya

$$F/W = m.g.....(Shigley, 1983)$$

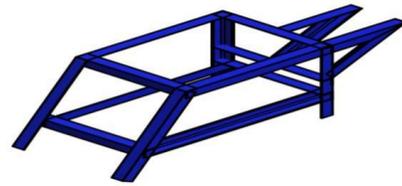
Keterangan:

F/W = Gaya berat (N)

m = Massa (kg)

g = Gravitasi (m/s^2)

Massa total berat yang diterima rangka (Kg)



Gambar 5. Rangka

b. Pemilihan Poros

Poros merupakan salah satu bagian terpenting, fungsinya untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama transmisi seperti itu dipegang oleh poros. Poros yang digunakan adalah poros yang terbuat dari bahan baja karbon yaitu St 37. Dipilihnya bahan ini karena mudah diperoleh dipasaran dan harganya pun tidak terlalu mahal.

Momen lentur

$$M = F.L(Khurmi & Gupta, 2005)$$

Keterangan :

M = Momen lentur (NM)

F = Beban pada poros (N)

L = Panjang poros (mm)

Momen torsi

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}Khurmi & Gupta, 2005)$$

Keterangan :

T_e = Torsi ekvivalen (NM)

M = Momen lentur (NM)

T = Torsi pada poros (NM)

Diameter poros

$$d = \sqrt[3]{\frac{16.T_e}{\pi.\tau}}.....(Khurmi & Gupta, 2005)$$

Keterangan :

d = Diameter (mm)

T_e = Torsi ekvivalen (NM)

τ = Tegangan geser bahan (MPa) Untuk st 37 = 37 MPa

c. Perencanaan Alur Pemisah

Alur pemisah berfungsi sebagai salah satu komponen dalam proses pengupasan kulit ari kacang kedelai. Alur pemisah terbuat dari bahan aluminium. Bahan ini dipilih karena aluminium merupakan bahan tahan korosi agar ke higienisan dari kacang kedelai tetap terjaga.

Rumus perhitungan dalam perencanaan alur pemisah :

Untuk mengetahui Jarak bagi lingkaran (t) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$t = \frac{\pi d}{z}.....(Sularso, 1997)$$

Untuk mengetahui Modul alur (m) dapat dihitung sebagai berikut :

$$m = \frac{d}{z} \dots \dots \dots (\text{Sularso,1997})$$

Untuk mengetahui lebar alur (T) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$T = \pi \cdot m \dots \dots \dots (\text{Sularso,1997})$$

Untuk mengetahui Kecepatan keliling (V) dapat dihitung menggunakan rumus:

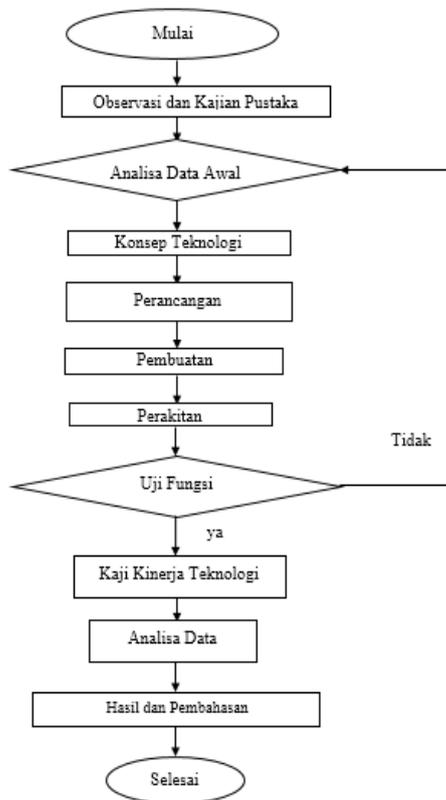
$$V = \frac{D \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

Untuk mengetahui Gaya tangensial (Ft) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Ft = \frac{102 \cdot pd}{v}$$

Untuk menghitung Beban lentur (Fb) Dapat di hitung menggunakan rumus :

$$Fb = a \cdot m \cdot Y \cdot Fv$$



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut gambar alat pengupas kulit kacang kedelai yang dibuat;



Gambar 7. Alat pengupasan kulit ari kedelai

HASIL

Uji Fungsi alat

Uji fungsi alat bertujuan agar mengetahui apakah komponen-komponen pada alat pengupas kulit ari kacang kedelai sistem penggerak motor listrik ini berfungsi dengan baik atau tidak. Setelah semua komponen berfungsi dengan baik maka lakukan proses uji kinerja alat dengan menggunakan kacang kedelai

Table 1. Uji Fungsi Alat

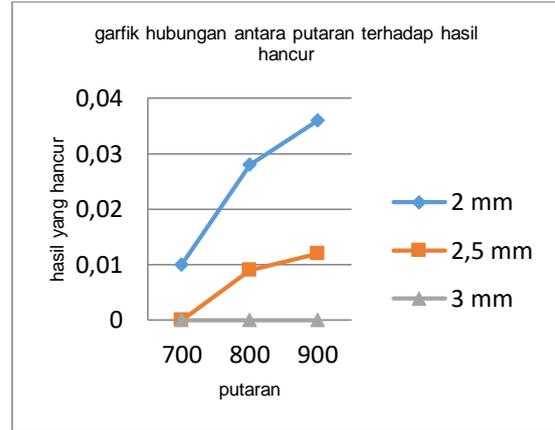
No.	Komponen	Keterangan
1	Rangka	Baik
2	Poros	Baik
3	Alur pemisah	Baik
4	Saluran masuk	Baik
5	Saluran keluar	Baik
6	Pelindung	Baik
7	Pengatur	Baik
8	Bantalan	Baik
9	Pully	Baik
10	V-blet	Baik
11	Motor penggerak	Baik

Prosedur uji coba yakni :

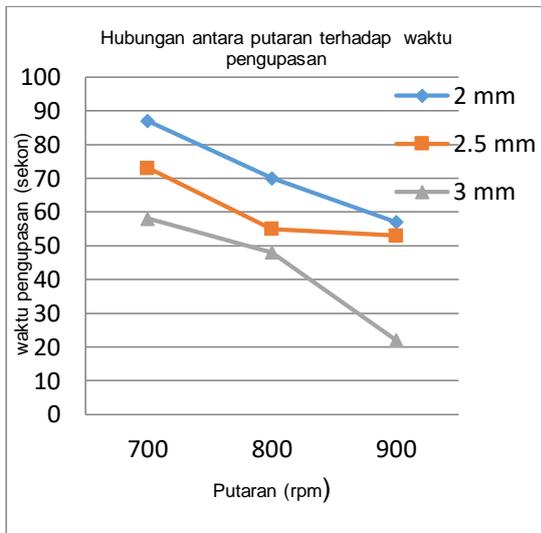
- 1 Menyiapkan alat pengupas kulit ari kacang kedelai dan bahan baku yang akan diuji (kacang kedelai)
- 2 Atur terlebih dahulu jarak alur terhadap pengatur
- 3 Hubungkan arus listrik dengan motor penggerak
- 4 Masukkan bahan baku (kacang kedelai) melalui saluran masuk dan kacang kedelai akan masuk ke arah alur pemisah hingga kacang kedelai terpisah dengan kulitnya
- 5 Kacang kedelai akan keluar melalui hopper keluar bersamaan dengan kulit arinya
- 6 Kacang kedelai yang sudah di pisahkan dengan kulit arinya di tampung menggunakan wadah

Table 2. Data Hasil pengujian

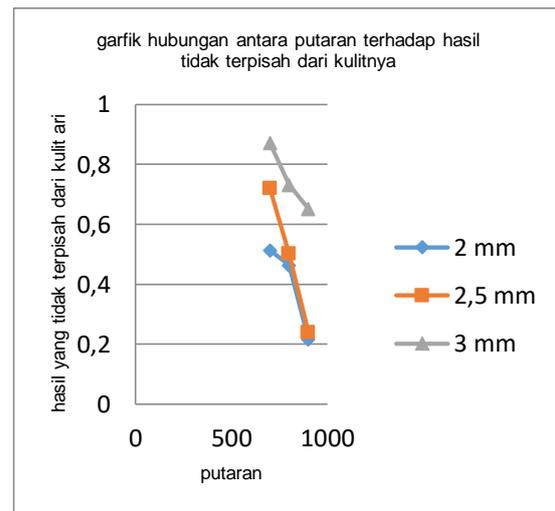
No.	Putaran (rpm)	Berat (kg)	Jarak (mm)	Waktu (sekon)	Hasil (kg)		
					Terkupas dari kulit		Tidak terlepas dari kulit
					Utuh	Hancur	
1	700	1	2	87	0,537	0,010	0,453
	700	1	2,5	70	0,319	-	0,681
	700	1	3	57	0,125	-	0,875
2	800	1	2	73	0,642	0,028	0,330
	800	1	2,5	55	0,512	0,009	0,479
	800	1	3	53	0,346	-	0,654
3	900	1	2	58	0,780	0,036	0,184
	900	1	2,5	48	0,613	0,012	0,375
	900	1	3	22	0,371	-	0,629



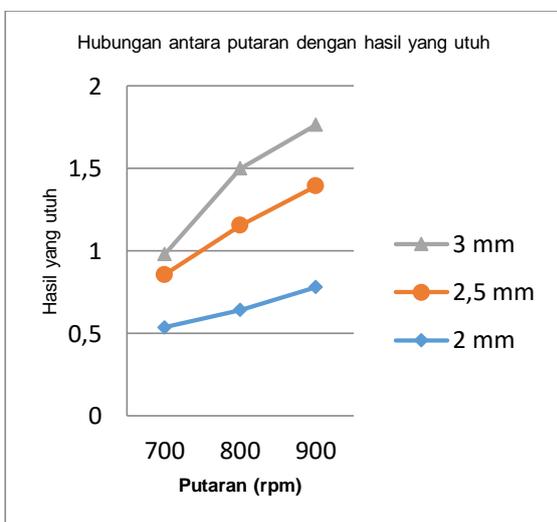
Gambar 10. Grafik Hubungan antara putaran terhadap hasil yang hancur



Gambar 8. Hubungan antara putaran terhadap lama waktu pengupasan



Gambar 11. Grafik Hubungan antara putaran terhadap hasil yang tidak terkupas dari kulitnya



Gambar 9. Hubungan antara putaran terhadap hasil yang utuh

PEMBAHASAN

Pada gambar grafik hubungan antara putaran terhadap lama waktu pengupasan terlihat bahwa pada putaran 700 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengupasan adalah 87 sekon, pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 2,5 mm dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengupasan adalah 70 sekon, pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengupasan adalah 57 sekon. Pada putaran 800 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengupasan adalah 73 sekon, pada jarak alur pemisah terhadap

pengatur 2,5 mm dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengupasan adalah 55 sekon, pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengupasan adalah 53 sekon. Pada putaran 900 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengupasan adalah 58 sekon, pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 2,5 mm dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengupasan adalah 48 sekon, pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm dengan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengupasan adalah 22 sekon.

Pada gambar grafik Hubungan antara putaran terhadap hasil yang utuh terlihat bahwa di putaran 700 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang utuh adalah 0,537 kg, dijarak alur pemisah terhadap pengatur 2,5 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang utuh adalah 0,319 kg, dan pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang utuh adalah 0,125 kg. pada putaran 800 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang utuh adalah 0,642 kg, dijarak alur pemisah terhadap pengatur 2,5 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang utuh adalah 0,512 kg, dan pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang utuh adalah 0,346 kg. Pada putaran 900 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang utuh adalah 0,780 kg, dijarak alur pemisah terhadap pengatur 2,5 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang utuh adalah 0,613 kg, dan pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang utuh adalah 0,371 kg.

Pada gambar grafik Hubungan antara putaran terhadap hasil yang hancur terlihat bahwa di putaran 700 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang hancur adalah 0,01 kg, dijarak alur pemisah terhadap pengatur 2,5 mm terlihat bahwa tidak ada kacang kedelai yang hancur, dan pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm terlihat juga bahwa tidak ada kacang kedelai yang hancur. Pada putaran 800 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang hancur adalah 0,028 kg, dijarak alur pemisah terhadap pengatur 2,5 mm Hasil pengupasan kacang

kedelai yang hancur adalah 0,009 kg, dan pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm terlihat bahwa tidak ada kacang kedelai yang hancur. Pada putaran 900 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang hancur adalah 0,036 kg, dijarak alur pemisah terhadap pengatur 2,5 mm Hasil pengupasan kacang kedelai yang hancur adalah 0,012 kg, dan pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm tidak ada kacang kedelai yang hancur.

Pada gambar grafik Hubungan antara putaran terhadap hasil yang tidak terkupas dari kulitnya terlihat bawah di putaran 700 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm banyaknya kacang kedelai yang tidak terkupas adalah 0,513 kg, dijarak alur pemisah terhadap pengatur 2,5 mm banyaknya kacang kedelai yang tidak terkupas adalah 0,721 kg, dan pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm banyaknya kacang kedelai yang tidak terkupas adalah 0,872 kg. pada putaran 800 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm banyaknya kacang kedelai yang tidak terkupas adalah 0,464 kg, dijarak alur pemisah terhadap pengatur 2,5 mm banyaknya kacang kedelai yang tidak terkupas adalah 0,502 kg, dan pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm banyaknya kacang kedelai yang tidak terkupas adalah 0,732 kg. Pada putaran 900 rpm dengan jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm banyaknya kacang kedelai yang tidak terkupas adalah 0,217 kg, dijarak alur pemisah terhadap pengatur 2,5 mm banyaknya kacang kedelai yang tidak terkupas adalah 0,428 kg, dan pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm banyaknya kacang kedelai yang tidak terkupas adalah 0,652 kg.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan Bahwa :

- Adapun beberapa kompoen yang di rencanakan dalam pembuatan Alat pengupas kulit ari kacang kedelai meliputi perencanaan poros, alur pemisah, rangka, motor, saluran masuk, saluran keluar, dan anggaran biaya.
- Adapun beberapa komponen yang dibuat dari alat pengupas kulit ari kacang kedelai adalah pembuatan poros, alur pemisah, rangka, saluran keluar, saluran masuk, dan pengatur,
- Kapasitas pengupasan kulit ari kacang kedelai dengan mesin yang telah dibuat terlihat bahwa pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 2 mm terlihat kapasitas

kacang kedelai yang terpisah dari kulit arinya lebih banyak dari pada jarak alur pemisah terhadap pengatur yang lainnya, sedangkan pada jarak alur pemisah terhadap pengatur 3 mm terlihat bahwa kapasitas kacang kedelai yang dikupas lebih sedikit dari pada jarak yang lainnya

Saran

Setelah membuat dan melakukan uji coba alat pengupas kulit ari kacang kedelai sistim penggerak motor listrik maka terdapat beberapa kekurangan diantaranya

- a. dalam proses pengupasan harus selalu di aliri air secara terus-menerus agar mempercepat proses pengupasan.
- b. Pelindung yang dibuat harus bisa dibuka dan di pasang dengan mudah agar mempermudah dalam proses pembersihan dan perawatannya.
- c. Mekanisme dari proses pengatur jarak pengatur terhadap alur pemisah yang dibuat harus mempermudah dalam proses pengupasan.

Penulis juga menginkan saran yang diberikan kepada Paramasiswa Teknik Mesin Program Studi Mesin Produksi Dan Perawatan Politeknik Negeri Kupang agar dapat melihat kekurangan pada alat ini dan menuangkan ide – ide kreatif sehingga dapat mengembangkan alat ini menjadi lebih sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Aloysius Ieki, 2016 Modul Kerja Plat, Politeknik Negeri Kupang
- A. Rusdianiana dan Moch. Irfan 2014. Sistem Informasi Manajemen. Pustaka setia, Bandung
- Harsono Wiryo, Sumarto dan Okumura. 2000. Teknik pengelasan logam. Erlangga, Jakarta
- Hery Sonawan, 2010, "Perancangan Elemen Mesin" Alfabeta, Bandung
- Jack Stolk, C. Kros. 1986 Elemen mesin, elemen konstruksi bangunan Mesin. Penerbit erlangga, Jakarta.
- Khurmi RS Gupta, J.K. 1982 . *A Text Book Of Machine Design*. New Delhi : Eurasia Publising House
- Khurmi RS Gupta, JK., 2005. *Text Book Of*

Machine Design Eurasia, Publising House, ltd Ram Nagar, New Delhi

Niemann., A. 1999 Elemen Mesin Jilid II", Erlangga, Jakarta

Rochim, Tufiq, 1993. Teori dan Teknologi Proses Permesinan, HEDS: Jakarta

Shigley (1984). Perencanaan Teknik Mesin. Erlangga. Jakarta

Sularso, 2000, pompa dan kompresor, Pradnya Paramita, Jakarta

Sularso, Kiyokatsu suga. 1994. Dasar perencanaan dan pemilihan elemen Mesin. Pradnya Paramita, Jakarta

Sularso, Kiyokatsuga. (1997) (2002). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.