PERANCANGAN MESIN PENIRIS MINYAK MENGGUNAKAN MOTOR PENGGERAK

Ahmad Rozikin[1], Dian Setiya Widodo[2]

[1,2]Teknologi Manufaktur, Fakultas Vokasi
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, Indonesia
e-mail : ahmadrozikin1904@gmail.com , diansetiyawidodo@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Penirisan minyak pada makanan gorengan seperti keripik, kerupuk dan sejenisnya kebanyakan masih menggunakan teknik tradisional/manual,yaitu dengan cara ditaruh diwadah yang terbuat dari bambu yang dianyam, lalu dibiarkan hingga kadar minyaknya berkurang. Bagi usaha rumahan kecil mungkin cara ini masih dianggap memadahi tetapi cara ini kurang efektif karena akan membutuhkan waktu penirisan yang cukup lama dan hasilnya juga kurang optimal. Melihat situasi tersebut penulis akan merancang dan membuat sebuah prototipe mesin peniris minyak untuk mempermudah dan mempercepat proses penirisan yaitu prinsip kerjannya dengan menggunakan penggerak motor yang memanfaatkan gaya sentrifugal yang mampu melakukan penirisan minyak secara lebih cepat dengan hasil yang jauh lebih baik dibandingkan dengan cara tradisional. Kelebihan rancangan mesin peniris minyak dalam penelitian ini yaitu, kecepatan penirisannya dapat disetel sesuai kebutuhan menggunakan dimmer, kemudahan untuk membersihkan tabung peniris karena dapat dibongkar pasang, dan pengeluaran makanan dari tabung peniris menggunakan pedal. Dalam memenuhi mekanisme kerja pada mesin peniris minyak maka metode perancangan yang dirancang adalah dibagian Motor penggerak, Bantalan Dan Tabung spinner agar dapat menghasilkan produktivitas yang optimal dan efisien. Dari hasil perancangan tersebut didapatkan hasil perhitungan Hasil perhitungan daya motor penggerak mesin ini membutuhkan daya sebesar 0,56 kw. Dari hasil perhitungan bantalan, mesin ini menggunakan bantalan *square flange unit* dengan nomor bantalan jenis terbuka 6205 memiliki nilai C (Kapasitas nominal dinamis) sebesar 1100 kg dan nilai Co (Kapasitas nominal statis) sebesar 730 kg dan hasil perhitungannya mesin ini harus melakukan pergantian bantalan selama 2 tahun 6 bulan sekali. Hasil perhitungan kapasitas tabung peniris mesin ini berkapasitas 35 L, tetapi pada praktiknya mesin ini hanya mampu memuat berkisar 1kg sampai 2 kg saja itu tergantung ukuran besar kecilnya makanan gorengan yang akan ditiriskan dan tabung bagian luar berkapasitas 75 liter.

Kata kunci : gaya sentrifugal, kacang goreng, keripik, makanan ringan, mesin peniris minyak, sistem rotari

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Di zaman yang modern seperti sekarang ini, pastilah masih banyak kita jumpai penjual kerupuk dengan berbagai jenis makanan gorengan seperti: kerupuk, keripik, kacang atom dan lain-lain. Kerupuk dan keripik merupakan makanan ringan yang sudah ada sejak dahulu dan sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia, bertekstur garing dan dikonsumsi sebagai makanan selingan maupun sebagai variasi dalam lauk pauk tetapi kita tahu bahwa kerupuk, keripik dan sejenisnya itu diolah dengan cara digoreng terlebih dahulu dan pastinya setelah proses pengggorengan akan ada sisa-sisa minyak yang masih menempel pada kerupuk itu dan akan ditiriskan terlebih dahulu agar kadar minyak yang terkandung dapat berkurang.

Proses penirisan secara manual akan membutuhkan waktu yang cukup lama dan minyak tidak bisa tertiris secara maksimal, jadi setelah kita meneliti masalah tersebut kita punya ide untuk membuat sebuah alat yang bisa meniris minyak secara otomatis dan efisien, agar masalah tersebut bisa diatasi dan dapat mengembangkan proses produksi kerupuk menjadi lebih cepat dengan cara meminimalisir waktu proses penirisan.

Proses pengolahan kerupuk di bidang industri rumah tangga seperti pada UMKM Krupuk warna – warni yang beralamat di Rungkut Surabaya beberapa permasalahan, salah satu penyebabnya sama seperti yang diatas yaitu pada saat proses penirisan setelah digoreng yang masih menggunakan proses penirisan secara manual, sehingga memerlukan waktu yang cukup lama untuk proses penirisannya dan hasilnya juga kurang maksimal. Proses penirisan merupakan salah satu hal yang terpenting untuk menentukan kualitas makanan gorengan yang gurih dan renyah karena kadar minyak yang terkandung telah ditiriskan secara maksimal.

Proses penirisan yang semula dilakukan oleh manusia dengan cara manual sekarang bisa dilakukan dengan menggunakan mesin peniris minyak, hasil dari perancangan ini bisa mempermudah pada saat pengerjaan penirisan, lebih cepat dan lebih stabil dalam penggunaanya. Komponen yang saya rancang dalam perancangan mesin peniris minyak, meliputi : Bantalan, motor penggerak dan Tabung Spinner.

LANDASAN TEORI

Definisi Mesin Peniris

Mesin Peniris minyak merupakan mesin yang berfungsi untuk mengurangi kadar minyak pada makanan yang digoreng dan meningkatkan kualitas makanan agar lebih tahan lama untuk dikonsumsi. Mesin ini menggunakan motor penggerak sebagai sumber tenaga utamanya dan menggerakkan poros yang dirancang pada Tabung Spinner untuk proses penirisannya. Pada umumnya proses penirisan ini masih dilakukan dengan peniris manual yang membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga kurang efisien.

Pengertian desain perancangan

Desain perancangan adalah proses perancangan yang dibuat terlebih dahulu untuk menghasilkan sebuah gambar sketsa. Agar dapat dipahami oleh semua orang dalam proses perancangan produk tersebut, maka kita perlu menggambar kembali produk yang akan dirancang dengan menggunakan Gambar sketsa. Desain dan konstruksi mesin peniris aneka olahan gorengan dengan sistem penggerak motor listrik, antara lain dari kemudahan dalam pengoperasian dan perawatannya, putarannya dapat diatur sesuai yang diinginkan. Proses desain perancangan merupakan perancangan akhir dari hasil gambar.

Motor listrik

Motor listrik merupakan alat penggerak yang bekerja dengan adanya dinamo didalamnya yang dialiri oleh listrik sehingga bisa mengubah energi listrik menjadi energi gerak.

Rumus yang digunakan dalam perencanaan daya pada motor:

$$P_d = f_c \, . P \; (k\, W)$$

(Sularso (1978)

keterangan :
P_d = daya rencana
f_c = factor koreksi
P = daya nominal

Bantalan

Bantalan merupakan bagian mesin yang dapat menumpu poros terbeban, maka dapat dihasilkan putaran atau gerakan bolak baliknya berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur (Sularso, 2004:103). Bantalan harus cukup kuat untuk membuat poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.bantalan itu ibarat pondasi pada gedung jika pondasinya kurang kokoh maka akan mengakibatkan kerusakan – kerusakan yang lain.

Dengan memasang bantalan diantara poros dan dudukan untuk mengurangi gesekan, dapat memperlancar putaran poros, dan mengurangi panas serta menambah kekuatan poros. bantalan poros harus presisi sebagai syarat agar bantalan poros yang ukuran tinggi tidak kocak dalam bekerja.

Perhitungan yang digunakan dalam perancangan bantalan antara lain:

$$P = X.V.Fr + Y.Fa$$

(Deutscman, Aaron D, 1975:486)

Keterangan: P = Beban eqivalen
X = Faktor radial
Y = Faktor Aksial

Rumus untuk menghitung umur bantalan adalah :

$$P = X.V.Fr + Y.Fa$$

(Deutscman, Aaron D, 1975:486)

Dimana P = beban equivalen
Fr = beban radial
Fa = beban aksial
V = beban putar
X = faktor beban radial
Y = faktor beban aksial

$$L10 = \frac{10^6}{60n} . (\frac{C}{P})^b$$

(Deutscman, Aaron D, 1975:485)

dimana : L10 = umur bantalan
n = Putaran RPM
C = beban nominal
P = beban ekivalen

Tabung spiner

Mesin spinner merupakan mesin yang prinsip kerjanya berputar dengan kecepatan tertentu dan bisa diatur rpm putarannya tergantung motor yang digunakan.
Tabung spiner merupakan tabung yang berbentuk silinder dengan bahan plat yang berlubang lubang yang fungsinya untuk tempat meniriskan bahan olahan seperti krupuk, kripik, kacang atom, dan sejenisnya.

Gambar 1. Contoh tabung spinner

Tahapan dalam pembuatan tabung spinner
Menentukan diameter tabung
- Mencari berapa panjang plat yang nanti akan ditekuk
- Setelah ditekuk lakukan penyambungan dengan cara dilas
- Selesai

Rumus dalam menentukan volume tabung :

$$V = \frac{1}{4} \pi d^2 h$$

Dimana : V = volume tabung

d = diameter tabung

h = Tinggi tabung

Analisis Morfologi Mesin Peniris minyak

Dengan metode ini dapat ditentukan komponen alternatif yang akan digunakan, dengan memahami karakteristik mesin maka memudahkan dalam mengerti fungsi dari komponen mesin yang akan digunakan.

Berdasarkan Tabel matriks morfologis mesin peniris minyak diatas, berikut ini komponen yang terpilih :

1. Bantalan yang dipilih adalah *Bearing Block* Karena dirasa lebih cocok dan bisa menahan gaya yang cukup besar.
2. Sistem penggerak yang dipilih adalah motor listrik karena dirasa lebih efisien dibandingkan dengan Diesel dan motor inject, dan kelebihannya tidak menimbulkan polusi udara serta suara yang dihasilkan tidak berisik.
3. Bahan yang dipilih untuk tabung spinner adalah plat Stainless steel, karena lebih cenderung tahan korosi dan lebih elastis.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu

Adapun waktu yang dibutuhkan untuk membuat mesin Peniris minyak yang menggunakan motor penggerak adalah 5 bulan, dengan dimulai dari bulan Maret 2021 sampai bulan Juli 2021

Tempat

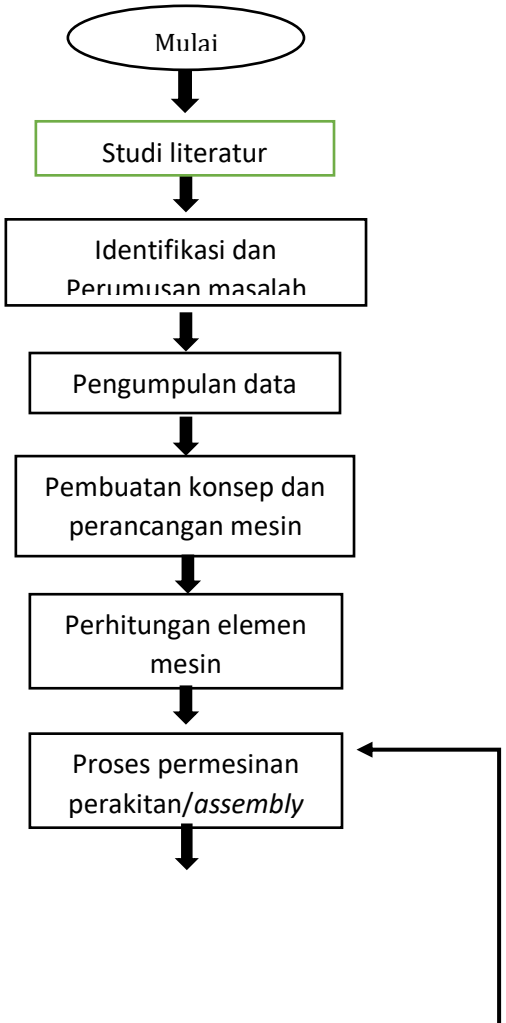
Tempat lokasi bengkel yang digunakan dalam proses pembuatan mesin peniris minyak ini bertempat di bengkel Prodi Teknologi Manufaktur Fakultas Vokasi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

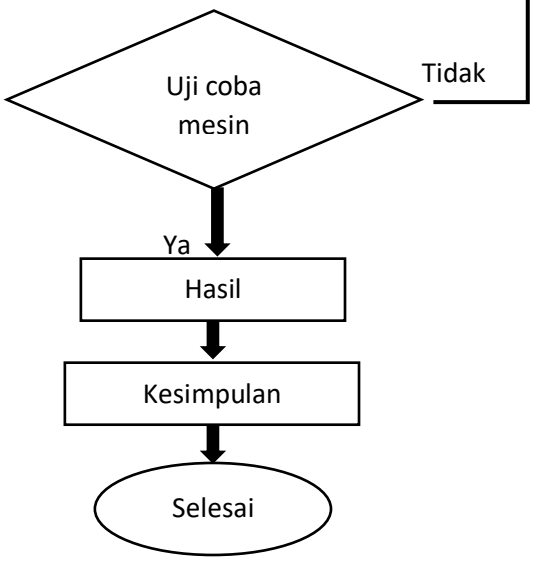
Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian

Berikut adalah alat yang dibutuhkan : Sketmat/jangka sorong, Mesin Bubut, Mesin Las, Mesin bor, Mesin fraish, Mesin cutting, Gerinda tangan, Penitik, Palu, Meteran dan Magnet siku. Dan bahan yang digunakan : Besi siku, Besi hollow, Besi plat, Besi As, 1 buah motor listrik, 2 buah pulley, 2 buah bantalan, 1 lembar plat stainless steel berlubang, dan V-belt.

Diagram Alir Penelitian (*Flow Chart*)

Berikut diagram alir (*flow chart)* yang menentukan langkah – langkah dalam melaksanakan proyek akhir :





Gambar 2. Diagram Alir Penelitian (*Flow Chart*)

diagram alir (*flow chart)* Meliputi (mulai) kemudian mencari tempat untuk melakukan (studi literatur), dilanjutkan dengan mengidentifikasi dan Perumusan masalah, selanjutnya melakukan Pengumpulan data, setelah itu Pembuatan konsep dan perancangan mesin,kemudian melakukan analisis Perhitungan elemen mesin, kemudian melakukan Proses pembuatan produk yang dirancang, lalu perakitan/*assembly,*kemudian diuji coba apakah mesin sudah sesuai dengan yang dirancang dan perputarannya berjalan dengan baik, Jika masih ada masalah maka prosesnya diulang ke proses permesinan untuk diperbaiki tetapi jika uji cobanya sudah sesuai hasil perancangan maka dilanjutkan ke Hasil dari perancangan,yang terakhir menulis Kesimpulan dari hasil perancangan, Selesai

Waktu pelaksanaan

Berikut ini waktu penelitian dalam bulan terhitung dari bulan maret hingga bulan Juli tahun 2021.

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan

No.	Kegiatan		Maret	April	Mei	Juni	Juli
1	Identifikasi masalah	Plan					
		Actual					
2	Perumusan masalah	Plan					
		Actual					
3	Studi pustaka	Plan					
		Actual					
4	Pembuatan proposal	Plan					
		Actual					
5	Seminar proposal PA	Plan					
		Actual					
6	Revisi proposal PA	Plan					
		Actual					

7	Pembuatan alat	Plan					
		Actual					
8	Uji coba alat	Plan					
		Actual					
9	Penyusunan laporan	Plan					
		Actual					
10	Pelaksanaan sidang PA	Plan					
		Actual					
11	Pelaksanaan revisi PA	Plan					
		Actual					

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan Sistem Perancangan mesin

Desain kontruksi mesin peniris minyak

a) Mesin peniris minyak menggunakan motor penggerak dengan kecepatan ½ hp, putaran 2760 rpm dan tegangan 220 volt.
b) Spesifikasi mesin peniris minyak dengan desain yang berdimensi panjang 680 mm lebar 475 mm dan tinggi 600 mm.
c) Proses pengambilan kerupuk setelah penirisannya masih dilakukan secara manual.
d) Desain mesin peniris minyak dapat dilihat pada lampiran

Perhitungan komponen mesin
Perhitungan motor

Daya motor listrik = 0,5 pk = 0,37 kw
Rpm motor listrik = 2760 rpm

$$P_d = f_c \, . P \; (k\,W)$$

keterangan :
P_d = daya rencana
f_c = factor koreksi = 1,5 (nilai ini diambil untuk menghindari adanya beban berlebih)
P = daya nominal = 0,37 kw

Nilai Fc dapat dilihat (Lampiran 1). Dalam penggunaan untuk proses penirisan 8-10 jam tiap harinya, sehingga f_c yang dipakai 1,5. Maka perhitungan daya rencana yang diperlukan adalah sebagai berikut

$$P_d = f_c \, . P \; (k\,W)$$
$$P_d = 1{,}5 \; x \; 0{,}37 \; (k\,W)$$
$$P_d = 0{,}555 \; kw$$

Jadi dalam menentukan daya rencana pada motor, digunakan sebesar 0,555 kw atau dibulatkan menjadi 0,56 kw

Perhitungan Bantalan

Berikut data yang diketahui dalam perhitungan bantalan : diameter poros 8,15 mm sehingga poros yang digunakan ukuran 25 mm , untuk nomor bantalan jenis terbuka 6205 memiliki nilai C (Kapasitas nominal dinamis) sebesar 1100 kg dan nilai Co (Kapasitas nominal statis) sebesar 730 kg didapat dari nomor bantalan yang digunakan (lihat lampiran 2)

Jenis bantalan: Fa/Co= 147,15/730 kg = 0.20
Nilai yang mendekati = 0,28
Fa/VFr = 147,15/1.0,05 = 2943
Jadi Fa/Vfr > e

Maka didapatkan nilai X = 0,56 dan Y = 1,15 (lihat tabel lampiran 4)

Beban ekivalen bantalan

P = Fs(V.X.Fr) + (Y.Fa)

Fr = W x g = 0,005kgfm x 9,81 m/s^2 = 0,05.N

(W = 0,005 kgfm diambil dari hasil perhitungan beban tarikan *pulley* terhadap poros)

Fa = W x g = 15 kg x9,81 m/s^2 = 147,15 N

(W = 15 kg diambil dari beban poros, plat penyangga, kerangka tabung spinner,dan tabung spinner)

Faktor V sama dengan 1 untuk pembebanan pada cincin dalam yang berputar dan 1,2 untuk pembebanan pada cincin luar yang berputar (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:135)

Sehingga P =Fs (V.X.Fr) + (Y.Fa)

= 1,5(1 x 0,56 x 0,05 N) + (1,15x 147,15 N)

= 1,5 (0,028 + 169,2)

= 1,5 x 169,23 N

P = 253,84 N (Nilai Fs dapat dilihat pada lampiran 2)

Keterangan:

P = Beban eqivalen
X = Faktor radial
Y = Faktor Aksial
Fr = Beban radial (N)
Fa = Beban aksial (N)
W = berat (kg)
g = gaya gravitasi
Rumus untuk menghitung umur bantalan adalah :

$$L10 = \frac{10^6}{60n} . (\frac{C}{P})^3$$

(Deutscman, Aaron D, 1975:485)

Diketahui nomor bantalan jenis terbuka 6205 memiliki nilai C (Kapasitas nominal dinamis) sebesar 1100 kg dan nilai Co (Kapasitas nominal statis) sebesar 730 kg.

$$L10 = \frac{10^6}{60n} . (\frac{C}{P})^3$$

$$L10 = \frac{10^6}{60x1380} . (\frac{1100}{253,84})^3$$

$$L10 = \frac{10^6}{82000} . (4,3)^3$$

$$L10 = \frac{10^6 x\ 79,5}{82000}$$

$$L10 = 969,5\ jam$$

Pada UMKM yang akan kita lakukan uji coba mesin menurut data yang didapat mereka menggoreng kerupuk selama 2 hari sekali dan biasanya seharinya membutuhkan waktu 2 jam untuk selesai penggorengannya.jika mesin digunakan seharinya 2 jam dan pengoprasiannya 2 hari sekali,

= 2 x 15 x 12

= 360 jam

Jadi $= \frac{969,5}{360}$ = 2,1 tahun

= 2 tahun 6 bulan masa penggantian bantalan.

dimana : L10 = umur bantalan
n = Putaran RPM
C = beban nominal
P = beban ekivalen

Perhitungan Tabung Spinner dan Tabung bagian luar

Tabung spiner merupakan tabung yang berbentuk silinder dengan bahan plat yang berlubang lubang yang fungsinya untuk tempat meniriskan bahan olahan seperti krupuk, kripik, kacang atom, dan sejenisnya. Sedangkan tabung bagian luar adalah tabung yang fungsinya untuk menampung hasil tirisan minyak pada saat proses penirisan. Besar volume tabung spinner dan volume tabung bagian luar dapat kita ketahui dengan perhitungan berikut ini :

1. Volume tabung spinner bisa dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

$$V = \frac{1}{4}\ \pi d^2 h$$

Dimana : V = volume tabung
d = diameter tabung
h = Tinggi tabung

diketahui dimana : diameter tabung = 30 cm

Tinggi tabung = 50 cm

$$V = \frac{1}{4}\ \pi d^2 h$$

$$V = \frac{1}{4}\ 3.14\ (30)^2 50cm$$

$$V = \frac{1}{4}\ 3.14\ x\ 900x50cm$$

$$V = \frac{141,3}{4}\ cm^3$$

$$V = 35.325\ cm^3$$

Jadi $V =$ 35,3 liter dibulatkan menjadi 35 liter.

2. Volume tabung bagian luar bisa dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

$$V = \frac{1}{4}\ \pi d^2 h$$

Dimana : V = volume tabung
d = diameter tabung
h = Tinggi tabung

diketahui dimana : diameter tabung = 40 cm

Tinggi tabung = 60 cm

$V = \frac{1}{4}\ \pi d^2 h$

$V = \frac{1}{4}\ 3.14\ (40)^2 60cm$

$V = \frac{1}{4}\ 3.14\ x\ 1600x60cm$

$V = \frac{301.440}{4}\ cm^3$

$V = 75{,}36\ cm^3$

Jadi $V = 75{,}36$ liter dibulatkan menjadi 75 liter.

Proses Asembly

Proses Asembly merupakan proses akhir dari proses permesinan yaitu proses penggabungan komponen. Berikut bentuk mesin peniris minyak yang sudah selesai dikerjakan dilihat dari tampak depan, atas dan samping kanan :

Gambar 3. Tampak depan

Gambar 4. Tampak samping kanan

Gambar 5. Tampak atas

Proses pengujian

Gambar 6. Krupuk Saat digoreng

Gambar 7. Krupuk siap untuk disaring

Gambar 8. Proses saat mesin bekerja

Gambar 9. Minyak keluar dari tabung penampung

Gambar 10. Krupuk hasil dari penirisan dengan mesin peniris

Hasil pengujian

Diperoleh hasil dari pengujian dengan waktu yang sama bahwa :

1 Pengujian pertama.
Dengan berat kerupuk 375 gram hasilnya ketika kapasitas kerupuk sedikit hasil prosentase permukaanya tidak ada yang remuk 100%. Dan minyak yang ditiriskan dari tiga kali pengujian yaitu 10ml ,24ml dan 35ml (lihat tabel diatas)

2 Pengujian kedua.
Ketika kapasitas tabungnya dinaikan menjadi setengah tabung dengan berat 750 gram hasil ketika diputar dengan 75% dari putaran dimmer ada 1% yang permukannya remuk dan yang putaran 25% sama 50% masih aman.

3 Pengujian ketiga.
Dengan kapasitas tabung penuh diputaran 25% dan 50% masih aman tetapi pada saat putaran 75% hasilnya ada 2% yang remuk dan minyak tertiris hingga 19ml sampai 69ml.

Dari hasil data – data pengujian diatas kami merekomendasikan untuk memilih menggunakan pengujian yang ketiga dengan kapasitas tabung penuh dan memutar dimmer 50% saja dengan waktu 40 menit. Karena dari pengujian yang lain, hanya settingan pengujian itu yang kapasitasnya bisa maksimal dan aman digunakan.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan mesin peniris minyak dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Spesifikasi mesin peniris minyak sebagai berikut :
   Dimensi: 680 mmx 475 mm x 600 mm.
   Penggerak : motor listrik dengan $\frac{1}{2}$ HP berkecepatan 2760 rpm.
   Prinsip kerja mesin ini menggunakan gaya berputar pada tabung spinner untuk memisahkan minyak dari kerupuknya.
2. Hasil perhitungan daya motor penggerak mesin ini membutuhkan daya sebesar 0,56 kw. Dari hasil perhitungan bantalan, mesin ini menggunakan bantalan duduk dan hasil perhitungannya mesin ini harus melakukan pergantian bantalan selama 8 tahun 4 bulan sekali. Hasil perhitungan kapasitas tabung peniris mesin ini berkapasitas 35 L, tetapi pada praktiknya mesin ini hanya mampu memuat berkisar 1kg sampai 2 kg saja itu tergantung ukuran besar kecilnya makanan gorengan yang akan ditiriskan.
3. Dari hasil data – data pengujian diatas kami merekomendasikan untuk memilih menggunakan pengujian yang ketiga dengan kapasitas tabung penuh dan memutar dimmer 50% saja dengan waktu 40 menit. Karena dari pengujian yang lain, hanya setelan itu yang kapasitasnya bisa maksimal dan aman digunakan.

Saran

Saran berdasarkan perancangan proyek akhir yaitu mesin peniris minyak adalah sebagai berikut :

- Pada bagian saringan dalam tabung lebih ditingkatkan dari segi ukuran lebarnya agar cukup untuk krupuk yang berdimensi lebih besar.
- Pada bagian motor penggerak lebih di perhitungkan lagi untuk kapasitas listriknya, karena untuk listrik rumahan yang dayanya 900 watt dirasa masih kurang.
- Diharapkan mesin peniris minyak dapat menjadi acuan untuk pengembangan mesin peniris minyak yang lebih efektif, efisien dan fleksibel.
- Dari segi bentuk saringan volumenya yang kurang lebar, sehingga masih terdapat celah yang lebar terhadap tabung yang seharusnya mampu meningkatkan jumlah volume produksi jika celah tabung dan saringan lebih dipersempit.
- Pada bagian tabung *spinner* seharusnya diberi penutup agar kerupuk, keripik atau gorengan lain yang akan ditiriskan tidak keluar dari tabung, diharapkan kedepannya bisa direvisi untuk bagian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Dobrovolsky,V., K, zablonsky., S, Mark., A, Radchik., I, Erlikh. 1977. *Machine Elements* : MIR Publishers

Sularso,Sularso, K. S. (2004). Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. In PT. AKA (Ed.), *11* (p.352). Pradnya Paramita, Jakarta.

Deutscman, Aaron D., Michaels, Walter J dan Wilson, Charles E. 1975. *Machine Design Theory and Pratice : Macmillan Publishing* Co.,Inc. New York.