

RANCANG BANGUN MESIN PELEPAS LEMAK IKAN PATIN KAPASITAS 15 KG

Jainal Arifin

Prodi Teknik Mesin

Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari

Jln. Adhyaksa (Kayutangi) No.2 Banjarmasin, 70123

Email ; jainalarifin804@gmail.com

ABSTRAK

Di era globalisasi sekarang ini perkembangan teknologi semakin pesat baik itu industri besar maupun di industri kecil yang mana manfaatnya sangat terasa bagi kehidupan masyarakat, perkembangan teknologi ini berakibat kepada keterbatasan Kebutuhan akan Permintaan ikan patin sangat tinggi, pada umumnya sebagian orang tidak suka dengan lemak ikan patin karna mengandung kolestrol yang tinggi, dilakukan penelitian dan percobaan yang bertujuan untuk masalah tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan mesin pelepas lemak ikan patin untuk konsumsi masyarakat yang tidak suka dengan lemak ikan patin, dan kemudian dilakukan perhitungan untuk menganalisa komponen yang akan dibuat sesuai dengan yang diinginkan. Dari hasil pengujian dan analisa data didapat antara lain putaran Rpm : 72,00, 71,07, 71,01, 70,08, 70,00. 69,07. 68,08. 68,01. 67,08. 67,00. Sedangkan Hasil analisa torsi yang didapat : 248,68. 251,93. 252,14. 255,49. 259,22. 259,41. 262,99. 263,27. 266,92. 267,23. Rancang bangun mesin pelepas lemak ikan patin memiliki panjang 130 Cm, lebar 60 Cm serta tinggi 80 Cm dan berat mesin secara keseluruhan 55 Kg. Pada rol (tabung) memiliki kapasitas daya tampung sebesar 15Kg daging ikan murni. Sedangkan untuk penggerak mesin menggunakan motor listrik 1 fase. Dengan daya ½ Hp yang memerlukan tenaga listrik sebesar 220 Volt, sehingga mesin pelepas lemak ikan patin tersebut dapat digunakan dengan kapasitas listrik pengusaha ibu rumah tangga.

Kata Kunci : *mesin Pelepas Lemak Ikan Patin, Alat Ukur, Ikan Patin*

PENDAHULUAN

Di Indonesia budidaya ikan patin sudah berkembang di Jawa Barat, Sumatera Selatan, Jambi, Riau, Bengkulu, Lampung dan Kalimantan. Perkembangan budidaya ikan patin, harus disertai dengan inovasi teknologi hasil pengolahan dan pemasaran hasil produksinya.

Tepatnya di Banjarmasin ikan patin sudah kita kenal sebagai ikan penghasil daging

karena komposisi dan pertumbuhan dagingnya relatif lebih bagus dibanding jenis ikan lainnya. Selain itu ikan patin juga dikenal memiliki rasa daging yang lembut dan lezat disamping kaya akan protein, lemak, kalsium dan zat lain yang diperlukan oleh tubuh. Dan yang paling penting karena kandungan kolesterol yang rendah pada daging ikan patin. Kelebihan-kelebihan itulah yang membuat potensi bisnis abon ikan patin memiliki prospek yang cerah.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka penelitian ini akan merencanakan yang memfokuskan pada rancang bangun mesin pelepas lemak ikan patin, diharapkan mampu dioperasikan sesuai dengan kapasitas pemutaran mesin yang diharapkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Perancangan mesin pelepas lemak ikan patin ini dapat memudahkan para pengusaha rumah tangga maupun pemilik warung makan dengan terciptanya rancang bangun mesin pelepas lemak ikan patin diharapkan dapat menghemat waktu dan tenaga. Ikan patin merupakan ikan yang sudah berhasil dibudidayakan dengan baik. Ikan ini mempunyai nilai protein yang tinggi. Indonesia mempunyai potensi yang tinggi untuk mengembangkan budidaya ikan patin. Pemanfaatan ikan patin saat ini belum optimum serta konsumsi ikan di Indonesia masih sangat rendah.

Dibutuhkan suatu dasar/acuan dalam memproduksi produk olahan ikan patin, seperti :

- Jenis ikan patin dan keragaan sifat organoleptiknya,
- Potensi sumber daya,
- Teknik panen dan penanganan,
- Karakterisasi sifat fungsional serta kandungan nutrisinya
- Kemunduran mutu ikan patin secara menyeluruh

Penyediaan berbagai olahan ikan patin siap saji yang lebih mudah untuk diolah akan meningkatkan nilai tambah, jangkauan pasar, meningkatkan konsumsi ikan patin.

Analisis Gaya

Gaya-gaya yang dibebankan pada batang (link) terjadi akibat beberapa sumber yang berbeda, antara lain :

- Berat batang sendiri
- Gaya-gaya gesek

- Gaya-gaya assembling (ketika dirakit)
- Gaya-gaya pembebebanan
- Gaya akibat putaran
- Gaya-gaya pegas, dan
- Gaya-gaya inersia

Gaya-gaya di atas hendaknya ditunjukkan ketika akan merencanakan suatu mekanisme dari permesinan. Masing-masing gaya dapat diklasifikasikan menjadi gaya statis dan gaya dinamis.

Analisis Gaya Berat

Pada mesin dua bantalan penggerak yang mengalami pembebanan gaya berat yang terdapat pada poros itu sendiri, serta ditambah berat kapasitas ikan patin. Dengan rumus dibawah ini dapat dihitung berat yang dibebani oleh poros.

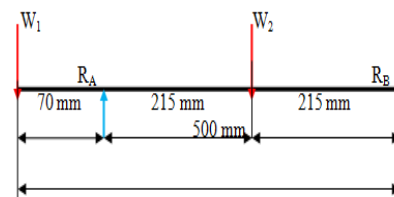
$$W = m \cdot g$$

Keterangan

W = Berat masa benda (N)

M = Masa benda (Kg)

g = Kecepatan gaya grafitasi bumi yaitu sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$



Gambar 2.4. Diagram pembebanan pada poros
(sumber : <http://supardi.analisa.gaya.blogspot.com>)

Analisis Torsi yang terjadi pada poros

Momen torsi sering harus dihitung dari daya yang ditransmisikan dengan putaran poros tertentu. Untuk memudahkan disini ada tiga rumus yang harus dipakai adalah :

$$Mt = 6300 \frac{N}{n} (lb)$$

$$Mt = 71620 \frac{N}{N} (Kg)$$

dimana : N = daya (Hp)

n = putaran (rpm)

Transmisi putar

Pada umumnya transmisi adalah suatu mekanisme yang dipergunakan untuk memindahkan gerakan elemen - elemen yang satu ke gerakan elemen-elemen yang kedua. Gerakan dapat mempunyai berbagai sifat, seperti pada mekanisme batang hubung engkol, dimana gerakan putar sebuah poros dipindahkan ke gerakan lurus sebuah torak atau sebaliknya Transmisi putar dapat dibagi dalam :

- Transmisi langsung, dimana sebuah roda pada poros yang satu dapat menggerakkan roda serupa pada poros kedua melalui kontak langsung. Dalam katagori ini termasuk roda gesek dan roda gigi.
- Perpindahan dimana suatu elemen sebagai penghubung antara sabuk atau rantai menggerakkan poros kedua. Bagaimanapun, perpindahan serupa itu harus diterapkan perpindahan langsung, roda akan menjadi tidak praktis besarnya

Perbandingan Transmisi

Dengan perbandingan transmisi (i) adalah jumlah perputaran poros penggerak dan jumlah perputaran poros yang digerakkan. Apabila jumlah perputaran poros pertama (n_1) dan jumlah perputaran poros kedua (n_2) rpm, maka $i = n_1 : n_2$ tanpa kerugian gesek, daya (P) pada poros penggerak akan seluruhnya dipindahkan ke poros yang digerakkan. Kalau momen yang bekerja dalam poros penggerak disebut M_1 dan momen dalam poros yang digerakkan disebut M_2 , maka $P = M_1 \times \omega_1 = M_2 \times \omega_2$, dengan $\omega_1 = \pi \cdot n_1/30$ dan $\omega_2 = \pi \cdot n_2/30$ rad/det dan karena $i = n_1/n_2 = \omega_1/\omega_2$ maka juga $i = n_1/n_2 = M_1/M_2$.

Dari sini didapati bahwa transmisi itu tidak hanya diterapkan untuk memperkecil jumlah putaran (transmisi perlambatan, $i > 1$), melainkan juga untuk memperbesar momen maka M_2 menjadi $i \times M_1$. Sebenarnya

memang ada kerugian karena itu daya poros yang digerakkan P_2 akan lebih kecil daripada daya poros penggerak P_1 dapat dimisalkan $P_2 = \eta \times P_1$, dimana η menunjukkan kalau efisiensi (rendemen) transmisi ($\eta < 1$). Jadi M_2 menjadi $\eta \times i \times M_1$.

a. Poros

Dalam pengertian umum poros sebagai batang logam berpenampang lingkaran berfungsi memindahkan putaran atau mendukung suatu beban dengan atau tanpa meneruskan daya poros yang ditahan dua atau lebih bantalan poros atau penegang poros. Bagian-bagian berputar yang didukung poros atau umpamanya roda daya (Fly Wheel) roda gigi, roda ban, roda gesek dan lain-lain.

Beban yang didukung poros dan berat poros sendiri dapat menyebabkan beban lentur, beban puntir dengan beban geser pada poros. Beban yang didukung tersebut termasuk yang terpasang padanya. Jika poros meneruskan daya, poros mendapat momen puntir akibat daya yang diteruskan. Sehingga pada penampang normal sepanjang poros terjadi tegangan puntir.

b. Pasak

Pasak adalah suatu elemen mesin yang dipakai untuk menetapkan bagian-bagian mesin seperti roda gigi, sproket, puli, kopling, dll pada poros. pasak benam Mempunyai bentuk penampang segi empat dimana terdapat bentuk prismatis dan tirus yang kadang-kadang untuk memudahkan pencabutannya. kemiringan pada pasak tirus

Daya yang akan ditransmisikan	Fc
Daya rata – rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimal yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

umumnya sebesar 1/100, dan pengerjaan

harus hati-hati agar naf tidak menjadi eksentrik. Untuk pasak, umumnya dipilih bahan yang mempunyai kekuatan Tarik lebih dari 60 (kg/mm^2), lebih kuat dari porosnya. jika momen rencana dari poros.

Menurut lambang pasak gaya geser bekerja pada penampang mendatar $b \times l$ (mm^2) oleh gaya F (kg). dengan demikian tegangan geser τ_k (kg/mm^2) yang ditimbulkan adalah. Harga τ_{ka} adalah harga yang diperoleh dengan membagi kekuatan Tarik σ_B dengan faktor keamanan $Sf_{k1} \times Sf_{k2}$ umumnya diambil 6, dan Sf_{k2} dipilih antara 1 – 1,5 jika beban dikenakan secara perlahan – lahan, antara 1,5 – 3 jika dikenakan dengan tumbukan ringan, dan antara 2 – 5 jika dikenakan secara tiba – tiba dan dengan tumbukan berat. Gaya keliling F (kg) yang sama seperti tersebut diatas dikenakan pada luas permukaan samping pasak. kedalaman alur pasak pada poros dinyatakan dengan t_1 , dan kedalaman alur pasak pada naf dengan t_2 .

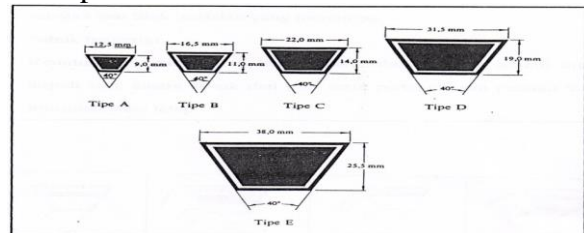
c. Sabuk

Dalam rancang bangun mesin biasanya sabuk digunakan untuk memindahkan gaya antara dua poros yang sejajar. Poros-poros tersebut harus terpisah pada satu jarak minimum tertentu yang tergantung pada jenis pemakaian sabuk agar bekerja secara efisien. Sabuk mempunyai karakter sebagai berikut

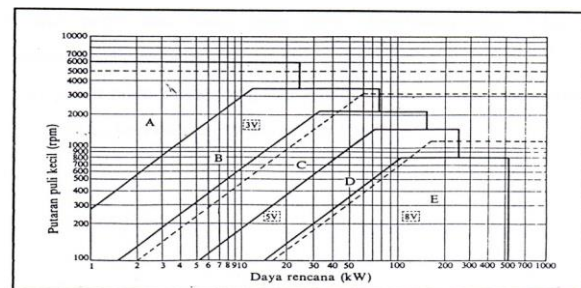
- 1) Bisa siap dipakai untuk jarak sumbu yang panjang karena *slip* dan gerakan sabuk yang lambat, perbandingan kecepatan sudut antara kedua poros tidak konstan atau sama dengan perbandingan diameter *pulley*
- 2) Bila menggunakan sabuk yang datar, maka aksi *klos* bisa ditentukan dengan menggeser sabuk dari pulli yang bebas ke *pulley* yang ketat.
- 3) Bila sabuk V dipakai, maka beberapa variasi dalam perbandingan kecepatan sudut bisa dihasilkan menggunakan *pulley* kecil dengan sisi yang dibebani

pegas. Diameter *pulley* merupakan fungsi dari tegangan sabuk dan dapat diubah-ubah dengan mengubah jarak sumbunya.

- 4) Sedikit penyetelan atas jarak sumbu biasanya diperlukan ketika sabuk sedang dipakai.



Gambar Ukuran Sabuk type V



Gambar Pemilihan sabuk

Penentuan ukuran penampang tidak boleh sembarangan, karena ukuran yang sesuai dengan keperluan akan memperpanjang umur sabuk itu sendiri. Gambar 3. merupakan diagram pemilihan ukuran penampang sabuk yang dipakai.

Alat ukur Tachometer digital photo elektrik

Tachometer ini dilengkapi dengan batu battery, pemancar cahaya dan perekam hasil putaran mesin. Pertama bersihkan minyak atau kotoran yang menempel pada bagian yang berputar seperti, fly wheel, kopling atau poros dan sebagainya. Potong. Sebuah tape reflector yang dapat memantulkan cahaya dan tempelkan pada bagian yang berputar dengan tepat. Jalankan mesin pada putaran tertentu, tekan switch pada tachometer dan putar-putarlah cahaya emitter (bertindak sebagaipenerima cahaya), maka kecepatan putar dapat diketahui oleh alat penunjuk

tersebut. Untuk tipe tachometer digital, putaran yang tertera adalah nilai angka-angka yang dipertunjukkan pada alat ukur tersebut. Sensor ini dikenal dengan nama Tachometer.

Tachometer biasanya merupakan magnet permanen DC generator kecil. Jika generator berotasi, akan menghasilkan tegangan DC yang proporsional langsung terhadap kecepatan. Tachometer seringkali dipasang ke motor untuk mengindikasikan putaran sebagai masukan pengendali (Controller). Dewasa ini dikembangkan pengukur kecepatan sistem digital menggunakan piringan bercelah yang disambung para poros motor. Putaran celah yang disensor menggunakan sensor cahaya akan menghasilkan pulsa yang dapat diproses lebih lanjut oleh pengolah digital.

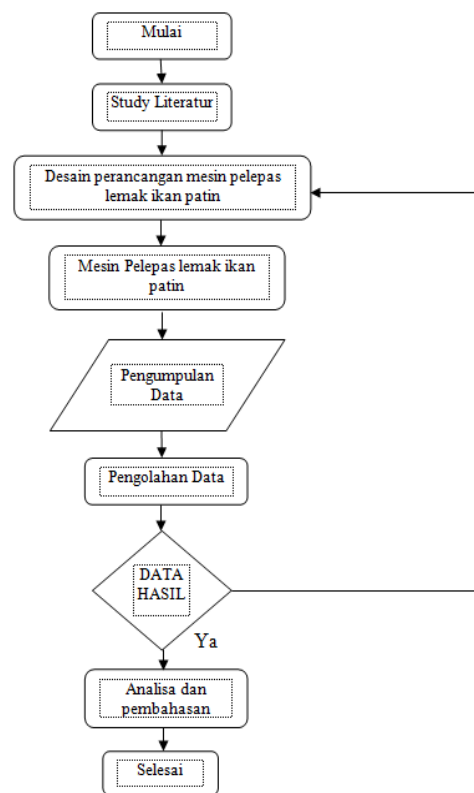


Gambar Tachometer Digital

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode pendekatan secara teoritis dan eksperimental. Kajian secara teoritis untuk mendapatkan parameter-parameter utama dalam sistem mesin pelepas lemak ikan patin dengan berbagai sumber literatur baik berupa buku teks maupun internet. Sedangkan pendekatan secara eksperimental dilakukan dengan pembuatan mesin pelepas lemak ikan patin dan menguji mesin tersebut.

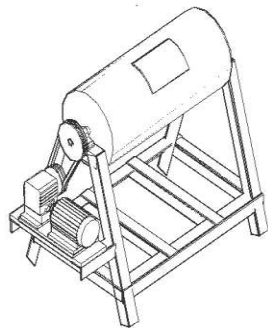
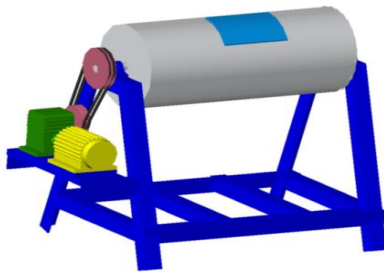
Penelitian ini mengikuti langkah-langkah pada bagan alur dibawah ini :



Deskripsi Peraancangan

Alat pelepas lemak ikan patin ini memanfaatkan listrik yang diperlukan untuk menggerakkan mesin tersebut terdiri atas beberapa bagian, yaitu:

1. Motor untuk penggerak awal dan diteuskan ke kopel.
2. Reduzer untuk menurun kan putaran dari 1440 dibagi 20 direduzer diteruskan ke pully bawah,sabuk, pully atas,poros dan kepenggulungan.
3. Tabung penampungan berfungsi untuk meampung ikan patin yang akan di proses.
4. Pondasi dan kerangka untuk menahan mesin beserta tabung penggulungan agar alat tersebut bekerja dengan baik .



Gambar Rancangan mesin

Pengujian Alat

- Menimbang dan membagi ikan patin menjadi beberapa bagian.
- Menghidupkan mesin.
- Melakukan Pendataan dengan beberapa kali tahapan.
- Memasang alat laser digital tachometer pada setiap kali mesin dihidupkan dengan kapasitas yang berbeda - beda untuk mengetahui putaran mesin.
- Melakukan pendataan disetiap kali mesin dihidupkan pada layar digital.
- Setelah pendataan selesai,matikan mesin.

Teknik Pengumpulan Data

- Pengambilan data dilakukan tiap 1 menit hingga mendapatkan 10 data untuk setiap variasi yaitu ikan patin dengan kapasitas : - Kg. ½ kg, 1 kg, 1. ½ kg, 2 kg, 2. ½ kg, 3 kg, 3. ½ kg, 4 kg, 4. ½ kg, 5 kg.
- Data yang diambil adalah : Putaran (rpm).
- Data yang diperoleh Rpm antara lain : 72,00 Rpm, 71,07 Rpm, 70,01Rpm, 70,08 Rpm, 70,00 Rpm, 69,07 Rpm,

69,02 Rpm, 68,08 Rpm, 68,01 Rpm, 67,08 Rpm. 67.00 Rpm.

HASIL PENELITIAN

Perhitungan Daya Motor

jika daya yang diberikan dalam daya kuda (Hp) maka harus dikalikan dengan daya 0,746 untuk mendapatkan daya dalam kilowatt (Kw).

Daya mesin yang digunakan disini sebesar $P = 0,25$ Hp maka jika dijadikan Kw adalah :

$$= 0,25 \times 0,746$$

$$= 0,1865 \text{ Kw}$$

Bila dalam (P) adalah daya nominal out put dari daya mesin / motor penggerak,maka berbagai macam faktor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan,sehingga faktor koreksi adalah:

Jika faktor koreksi adalah f_c maka daya rencana (P_b) sebagai patokan adalah:

$$P_d = f_c \cdot P \text{ (Kw)}$$

$$P_d = 1.5 \times 0,1865$$

$$= 0,2797 \text{ Kw}$$

Perhitungan Sabuk V dan Puli

Data yang diketahui antara lain:

- Putaran pada motor penggerak (n_1)= 1400 rpm
- Diametar puli penggerak (DP_1)= 80 mm
- Diameter puli yang digerakkan (DP_2)=250mm
- jarak antara sumbu poros puli penggerak (dp_1) dengan sumbu poros puli yang digerakkan (dp_2) adalah $C_1 = 420$ mm
- Jarak antara sumbu poros puli penggerak (dp_3) dengan sumbu poros puli yang digerakkan (dp_4) adalah $C_2 = 420$ mm
- Pemilihan penampang sabuk V

Atas dasar besarnya daya dan putaran motor penggerak maka penampang sabuk yang dipilih adalah tipe A.

$$= 2.420 + \frac{3,14}{2} \cdot (80 + 250) + \frac{(250 - 80)^2}{4.420}$$

$$= 840 + 518,1 + 1680,3 = 13,946 \text{ mm}$$

$$L_2 = 2.420 + \frac{3,14}{2} \cdot (80 + 250) + \frac{(250 - 80)^2}{4.420}$$

$$= 840 + 518,1 + 1680,3 = 13,946 \text{ mm}$$

Maka ditetapkan panjang sabuk

- $L_1 = 13,94,6 \text{ mm} = 13,9 \text{ mm}$ dengan nominal = 55

- $L_2 = 13,94,6 \text{ mm} = 13,9 \text{ mm}$ dengan nominal = 55

Perhitungan Poros

Poros yang dibuat adalah poros setingkat, maka diameter yang diambil untuk perhitungan adalah diameter terkecil.

Data yang ada adalah :

- Bahan poros ST 37, Tegangan tarik bahan = $37 \text{ kg} / \text{mm}^2 = 370 \text{ N} / \text{mm}$

- Diameter poros terkecil = 12,52 mm

- Faktor keamanan (S)

- Untuk beban kejut S = 6 – 8

Maka faktor keamanan yang ditetapkan = 3

Putaran pada Poros puli

Putaran pada poros puli yang digerakkan n_4

$$n_4 = n_1 \cdot n_2 \cdot d_3$$

$$= \frac{1400 \cdot 80 \cdot 80}{250 \cdot 250} = \frac{8.960.000}{625.000} = 143,36 \text{ rpm}$$

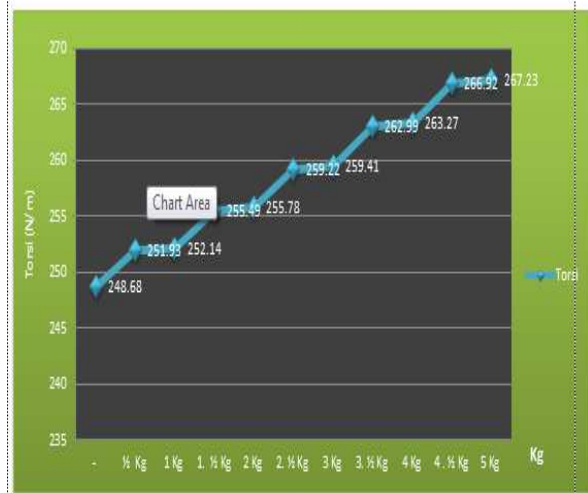
Tabel 4.1. Analisa Data

NO	Massa (Kg)	waktu	Putaran (rpm)	Torsi (Kg/Cm)
1	-	1mnt	72	248.68
2	½ Kg	1mnt	71.07	251.93
3	1 Kg	1mnt	71.01	252.14
4	1. ½ Kg	1mnt	70.08	255.49
5	2 Kg	1mnt	70	255.78
6	2. ½ Kg	1mnt	69.07	259.22
7	3 Kg	1mnt	69.02	259.41
8	3. ½ Kg	1mnt	68.08	262.99
9	4 Kg	1mnt	68.01	263.27
10	4. ½ Kg	1mnt	67.08	266.92
11	5 Kg	1mnt	67	267.23

Grafik 4.1. Hubungan Beban Dengan Putaran



Grafik 4.2. Hubungan Beban Dengan Torsi.



PEMBAHASAN

Mengingat banyaknya permintaan konsumsi ikan patin oleh masyarakat terutama daerah Banjarmasin yang suka mengkonsumsi ikan patin dan karena kandungan lemak ikan patin sangat tinggi maka dibuat perancangan mesin pelepas lemak ikan patin agar dapat membuang lemak ikan patin secara cepat di bandingkan dengan cara manual / menggunakan pisau, disamping itu dapat menghemat waktu, tenaga yang dikeluarkan

- Jumlah ikan yang dimasukkan kedalam penggulungan : - Kg. ½ Kg, 1 Kg, 1 ½

Kg, 2 Kg, 2 ½ Kg, 3 Kg, 3 ½ Kg, 4 Kg, 4 ½ Kg, 5 Kg.

Data yang diperoleh antara lain putaran Rpm : 72,00, 71,07, 71,01, 70,08, 70,00. 69,07. 68,08. 68,01. 67,08. 67,00.

- Hasil analisa torsi yang didapat : 248,68. 251,93. 252,14. 255,49. 259,22. 259,41. 262,99. 263,27. 266,92. 267,23.
- Jumlah ikan 5 Kg, rata – rata putaran Rpm 72,266 dan rata – rata momen torsi adalah 160,927
- Grafik hubungan antara beban dengan putaran maka dapat disimpulkan semakin banyak jumlah ikan yang dimasukan kedalam penampungan maka semakin menurun putaran (rpm).
- Grafik hubungan antara beban dengan torsi maka dapat disimpulkan semakin banyak beban yang dimasukan dalam tabung penampungan maka semakin besar juga torsi yang dikeluarkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan mengenai Mesin pelepas lemak kan patin bekerja dengan baik dengan prinsip kerja penggulangan menunjukan telah berfungsi, terutama dalam membuang lemak ikan patin. Jumlah ikan yang dimasukan kedalam penggulangan : - Kg. ½ Kg, 1 Kg, 1 ½ Kg, 2 Kg, 2 ½ Kg, 3 Kg, 3 ½ Kg, 4 Kg, 4 ½ Kg, 5 Kg. Data yang diperoleh antara lain putaran Rpm : 72,00, 71,07, 71,01, 70,08, 70,00. 69,07. 68,08. 68,01. 67,08. 67,00.

Hasil analisa torsi yang didapat : 248,68. 251,93. 252,14. 255,49. 259,22. 259,41. 262,99. 263,27. 266,92. 267,23. Jumlah ikan 5 Kg, rata – rata putaran Rpm 72,266 dan rata – rata momen torsi adalah 160,927. Grafik hubungan antara beban dengan putaran maka dapat disimpulkan semakin banyak jumlah ikan yang dimasukan kedalam penampungan maka semakin menurun putaran (rpm).

Grafik hubungan antara beban dengan torsi maka dapat disimpulkan semakin banyak beban yang dimasukan dalam tabung penampungan maka semakin besar juga torsi yang dikeluarkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kismet Fadilah, dkk, 1999, *Instalasi Motor Motor Listrik Jilid 1*. Angkasa : Bandung.
2. Zainun Achmad, MSC, 1999. *Elemen Mesin 1*. Rafika Aditama : Bandung.
3. Bagyo Sucahyo, 1996. *Mekanika Teknik*. Tiga Serangkai : Surakarta.
4. Soemadi dan Nazwir, 1978 *Mekanika Teknik Mesin 1*. PT.Djaya Pirusa : Jakarta
5. Sularso, 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradya paramita : Jakarta.
6. Sularso dan Sogo 1999. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradya paramita : Jakarta.
7. Stolk, Jac dan Kros, C. 1994. *Elemen Kontruksi Dari Bangunan Mesin*. Erlangga : Jakarta.
8. Sucahyo, 1999. *Mekanika Teknik*, PT. Tiga Serangkai: Solo.
9. <http://id.supardi.analisagaya.blogspot.co> m diaskes pada jam 09.34 pm tanggal 03 mei 2013 2012
10. <http://id.wikipedia.penerapan-teknik-pengukuran.co.id> diaskes pada jam 10.02 pm tanggal 23 mei 2012