

PERANCANGAN ALAT PENYARING LIMBAH MINYAK JELANTAH DENGAN METODE SENTRIFUGAL

Tri Mulyanto¹⁾, Supriyono²⁾, Agung Dwi Sapto³⁾

^{1), 2), 3)} Program studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma

Email : tri_mulyanto@staff.gunadarma.ac.id; supriyono@staff.gunadarma.ac.id;
agungds@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

Minyak nabati (*vegetable oil*) adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan yang mengalami proses pemurnian. Tingginya permintaan akan minyak nabati untuk olahan makanan mengakibatkan adanya limbah hasil proses yang disebut minyak jelantah (*waste cooking oil*) yaitu minyak yang sudah berkali-kali digunakan untuk menggoreng. Sebagian masyarakat membuang sembarangan sehingga dapat mencemari lingkungan sekitar dan berpotensi merusak kehidupan beberapa makhluk hidup serta akan merusak komponen kandungan tanah. Minyak jelantah yang tidak terpakai dapat diolah dan dijadikan bahan untuk pembuatan sabun mandi cair, pembersih lantai, bahan bakar alternatif dan oli kendaraan. Awal proses adalah penyaringan untuk memisahkan kotoran padat yang terkandung pada minyak jelantah dengan memanfaatkan prinsip gaya sentrifugal. Karenanya dibutuhkan penelitian mengenai alat penyaring limbah serta uji kinerja mesin tersebut. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode rekayasa. Tahapan penelitian ini yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data, perancangan, pembuatan dan pengujian mesin. Alat yang dirancang terdiri dari komponen yaitu rangka, penyaring dan penampung. Hasil dari rancangan alat memiliki kapasitas 2 liter sekali proses dan diameter tabung penampungan 300 mm, daya motor listrik 0,5 HP dengan putaran 1450 rpm.

Kata kunci : Limbah, Metode rekayasa, Minyak jelantah, Penyaringan.

ABSTRACT

Vegetable oil is oil derived from plant fats that undergo a refining process. The high demand for vegetable oil for food processing has resulted in the production of waste from a process called waste cooking oil, which is oil that has been used for frying many times. Some people litter so that it can pollute the surrounding environment and has the potential to damage the lives of several living things and will damage the components of the soil content. Unused used cooking oil can be processed and used as an ingredient for making liquid bath soap, floor cleaners, alternative fuels and vehicle oil. The beginning of the process is filtering to separate solid impurities contained in used cooking oil by utilizing the principle of centrifugal force. Therefore it is necessary to research on waste filter equipment and test the performance of the machine. The research method used is the engineering method. The stages of this research are problem identification, data collection, design, manufacture and testing of machines. The tool designed consists of components, namely the frame, filter and reservoir. The results of the design of the tool have a capacity of 2 liters per process and a storage tube diameter of 300 mm, an electric motor power of 0.5 HP with a rotation of 1450 rpm.

Key words : Waste, Engineering method, Cooking oil, Filtering.

1. PENDAHULUAN.

Minyak nabati (*vegetable oil*) adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan yang mengalami proses pemurnian dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan umumnya untuk menggoreng makanan. Indonesia sebagai pengasil dan pengguna dari minyak nabati yang diproduksi dari minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak kedelai dalam skala besar. Tingginya permintaan akan minyak nabati untuk olahan makanan mengakibatkan adanya limbah hasil proses yang disebut sebagai minyak jelantah (*waste cooking oil*) yaitu minyak yang sudah berkali-kali digunakan untuk menggoreng. Penggunaan minyak nabati secara berulang dapat menurunkan kualitas minyak tersebut sehingga mempengaruhi kualitas bahan pangan yang digoreng dan mempengaruhi kesehatan manusia [1].

Sebagian masyarakat membuang limbah minyak jelantah (minyak nabati bekas) secara sembarangan, biasanya dibuang di saluran air, sungai, atau langsung dibuang ke tanah. Hal inilah yang dapat mencemari lingkungan sekitar dan berpotensi merusak kehidupan beberapa makhluk hidup di sungai serta akan merusak komponen kandungan tanah [1].

Banyaknya limbah minyak jelantah dari sisa industri makanan ataupun rumah tangga, maka perlu dilakukan upaya mendaur ulang limbah minyak jelantah tersebut. Minyak jelantah yang tidak terpakai jika dapat diolah dengan tepat sebenarnya dapat dimanfaatkan menjadi bahan dasar berbagai produk yang berguna bagi masyarakat. Minyak jelantah dapat dijadikan bahan untuk pembuatan sabun mandi cair, pembersih lantai, bahan bakar alternatif dan oli kendaraan. Sehingga pemanfaatan yang tepat tersebut akan dapat mengurangi limbah yang dihasilkan dari minyak nabati [2].

Sebagai bahan bakar alternatif, limbah minyak jelantah yang telah diproses dapat digunakan sebagai pengganti minyak tanah untuk kompor yang menggunakan sumbu ataupun kompor tekan, juga dapat sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Untuk dapat digunakan sebagai bahan alternatif (biodiesel), minyak jelantah perlu dilakukan proses sebagai berikut : penyaringan, penghilangan air, titrasi, pembuatan natrium metoksida, pemanasan dan pencampuran, pemantapan dan pemisahan [1, 3].

Penyaringan dilakukan untuk menghilangkan kotoran padat. Penyaringan dapat dilakukan dengan memakai kain biasa atau penyaring kopi [3]. Konsep pembuatan alat penyaring minyak jelantah memanfaatkan gaya sentrifugal untuk memisahkan kotoran yang terkandung pada minyak jelantah dalam proses penyaringan.

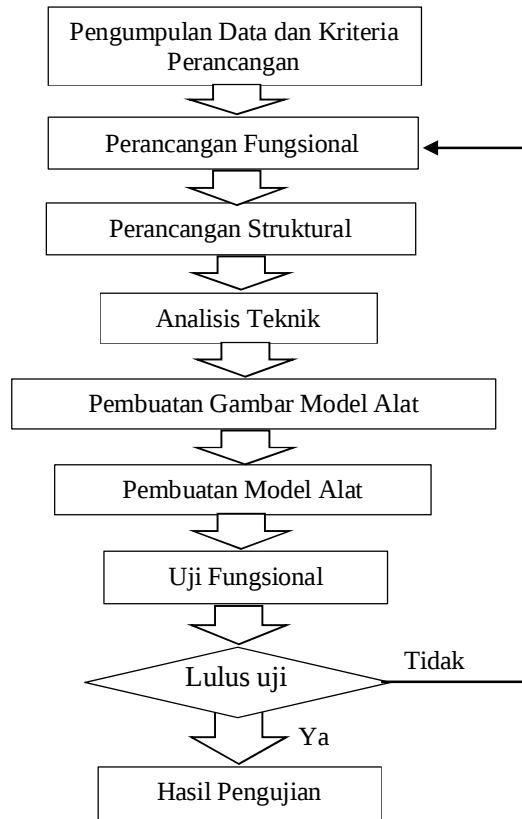
Dari paparan latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk merancang alat penyaring limbah minyak jelantah. Diharapkan dengan adanya alat penyaring ini dapat membantu proses awal dalam mengatasi pencemaran limbah minyak jelantah.

2. METODOLOGI

Fokus penelitian adalah mendesain sebuah mesin penyaringan yang memisahkan minyak jelantah dengan kotorannya. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah metode rekayasa (*engineering*). Metode rekayasa adalah suatu kegiatan rencana (*plan*), perancangan (*design*), konstruksi (*construct*), terapan (*applied*) yang tidak rutin, sehingga di dalamnya terdapat suatu modifikasi dan kontribusi baru, baik dalam bentuk proses maupun produk [4].

Dengan menggunakan metode rekayasa *engineering*, penelitian ini terdiri dari

beberapa tahap. Gambar 1 memperlihatkan dari tahapan penelitian tersebut.



Gambar 1 Bagan tahapan penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

Kriteria Perancangan:

Perancangan (*design*) merupakan kegiatan awal dari usaha merealisasikan rancangan suatu produk yang dibutuhkan oleh masyarakat untuk meringankan hidupnya [5]. Pada alat penyaring limbah minyak jelantah yang akan dibangun, diharapkan dapat memenuhi kriteria sebagai berikut:

- Dapat memisahkan minyak dengan kotoran padat yang ada pada minyak jelantah semaksimal mungkin.
- Sistem penyaringan berputar menggunakan metode sentrifugal.

- Terdapat keran untuk mengeluarkan hasil penyaringan.
- Alat menggunakan penggerak motor listrik.
- Sistem transmisi menggunakan kopling tetap.

Mekanisme Kerja

Mekanisme kerja dari alat penyaring limbah minyak jelantah yaitu dimulai dengan mengisi limbah minyak jelantah pada wadah pembersih. Lalu menyalakan motor listrik agar poros berputar yang akan menggerakkan tabung penyaring berputar. Setelah itu minyak jelantah di masukkan ke dalam tabung penyaring dan akan terlempar karena gaya gravitasi dinding tabung penyaring sehingga terjadi penyaringan. Proses dapat dilakukan kontinyu karena pada tabung penampung terdapat keran untuk mengeluarkan minyak jelantah hasil penyaringan.

Rancangan Fungsional

Rancangan fungsional merupakan hasil rancangan komponen dari suatu sistem yang memiliki fungsi yang saling mendukung untuk menjalankan sistem tersebut. Rancangan fungsional pada dari alat penyaring limbah minyak jelantah yaitu sebagai berikut:

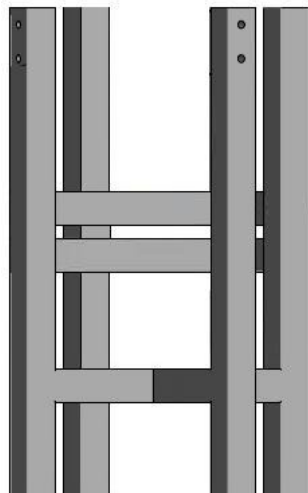
- Rangka alat: berfungsi untuk menahan beban berat komponen utama dari alat.
- Tutup tabung berfungsi untuk memasukan minyak jelantah juga mengeluarkan dan membersihkan tabung penyaringan.
- Tabung penyaringan dengan sisi berlubang berfungsi untuk menyaring minyak jelantah dari kotoran padat.
- Tabung penampungan berfungsi untuk menampung hasil penyaringan minyak jelantah,
- Kran berfungsi untuk mengeluarkan fluida minyak jelantah hasil penyaringan.

- f. Poros penggerak berfungsi menggerakkan tabung penyaring.
- g. Motor listrik berfungsi memutar poros dan tabung penyaring.

Rancangan Struktural

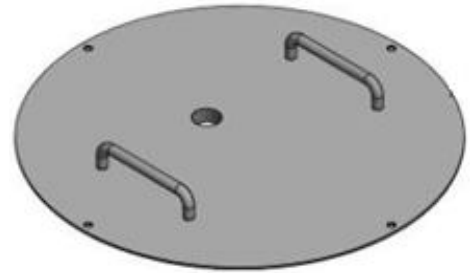
Perancangan struktural untuk menentukan komponen-komponen yang dibutuhkan serta rancangan dapat direalisasikan sesuai dengan kriteria untuk menyaring limbah minyak jelantah tersebut dengan hasil yang optimum. Adapun struktur komponen utama dari alat penyaring minyak jelantah adalah :

- a. Rangka: bahan yang akan digunakan pada rangka yaitu besi siku. Rangka pada dari alat penyaring limbah minyak jelantah ini memiliki dimensi 400 x 400 x 585 mm (gambar 2)



Gambar 2 Rangka alat

- b. Tutup tabung, bahan yang akan digunakan pada tutup tabung: stainless steel 201 dengan diameter 330 x 1,5 mm (gambar 3)



Gambar 3 Tutup tabung

- c. Tabung penyaringan, bahan yang akan digunakan pada tabung penyaringan: stainless steel 201 dengan diameter 200 x 70 x 1,5 mm (gambar 4)



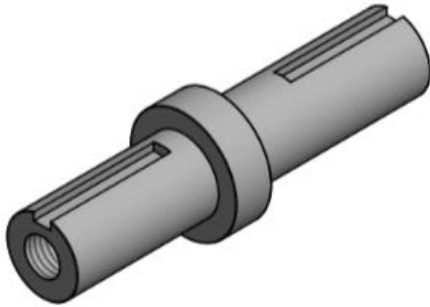
Gambar 4 Tabung penyaring

- d. Tabung penampungan, bahan yang akan digunakan pada tabung penampungan: stainless steel 201 dengan diameter 300 x 125 x 1,5 mm (gambar 5)



Gambar 5 Tabung penampungan

- e. Poros penggerak, bahan yang akan digunakan pada tabung penyaring: batang baja karbon S35C dengan diameter 12,5 x 100 mm (gambar 6)



Gambar 6 Poros penggerak

Analisis Teknik

Analisis teknik merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui kekuatan material dari setiap komponen alat yang dilakukan dengan cara melakukan perhitungan secara teoritis dan pengamatan langsung yang terjadi di lapangan [6].

a) Analisis Dimensi Tabung Penyaring:

Tabung penyaring direncanakan sekali proses mampu menampung 2 liter minyak jelantah ditambah 15% (agar minyak tidak tumpah). Volume tabung yang akan dirancang adalah:

$$\begin{aligned} V &= 1,15 \times 2 \text{ ltr} \\ &= 1,15 \times 2 \times 1.000.000 \text{ mm}^3 \\ &= 2.300.000 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Direncanakan diameter tabung penyaring adalah 200 mm, maka tinggi tabung adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{V}{\pi \cdot r^2} \\ &= \frac{2300000}{3,14 \times 100^2} \\ &= 73,25 = 75 \text{ mm.} \end{aligned}$$

b) Analisis Dimensi Tabung Penampungan:

Tabung penampungan direncanakan ber-diameter 300 mm dan tingginya lebih dari 10 mm tinggi tabung penyaring, maka tinggi tabung penampungan adalah: 85 mm.

c) Analisis Poros

Alat penyaring limbah minyak jelantah dirancang bekerja dengan gaya sentrifugal yang digerakkan dengan motor listrik. Putaran dari motor listrik diteruskan oleh kopling tetap ke poros. Bahan poros baja dengan kekuatan tarik (σ_B) = 52 kg/mm² (JIS G4501); $Sf1$ = faktor koreksi = 6.0; $Sf2$ = faktor koreksi poros dengan pasak = 3.0. Maka besarnya tegangan geser (τ_a) :

$$\begin{aligned} \tau_a &= \frac{\sigma_B}{(sf1 \times sf2)} \\ &= \frac{52}{6,0 \times 3,0} = 2,88 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Momen puntir (T) atau momen torsi rencana yang dialami poros : [6]

$$T = m \times r$$

Dimana massa tabung = 1,38 kg dan massa minyak jelantah 0,8 kg, sehingga torsi adalah:

$$T = 1,98 \text{ kg} \times 100 \text{ mm} = 198 \text{ kg.mm}$$

Diameter poros yang akan digunakan dengan faktor koreksi untuk momen puntir (Kt) = 1,5 dan faktor lenturan (Cb) = 2,2 adalah : [6]

$$\begin{aligned} d_s &= \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \\ d_s &= \left[\frac{5,1}{2,88} \times 1,5 \times 2,2 \times 198 \right]^{1/3} \\ &= 10,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari perhitungan secara teoritis didapatkan hasil minimal berdiameter 10,5 mm, sedang-kan diameter poros yang digunakan yaitu sebesar 12,5 mm. Poros

yang digunakan oleh alat ini layak untuk digunakan karena ukuran diameternya lebih besar dari ukuran diameter yang minimal.

d) Analisis Kebutuhan Daya:

Untuk mendapatkan daya yang diperlukan oleh alat penyaring limbah minyak jelantah dalam menjalankan tabung penyaring dan poros. Perhitungan kebutuhan daya poros dapat dihitung dengan persamaan berikut:[6]

$$P_d = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right)\left(\frac{2\pi n}{60}\right)}{102} \text{ kW}$$

Keterangan:

P = Daya yang dibutuhkan (W)

n = Kecepatan putaran poros (rpm)

M_t = Momen puntir (Nm)

Putaran poros yang direncanakan = 1450 rpm sesuai putaran motor listrik 1 phase yang tersedia.

$$P_d = \frac{\left(\frac{198}{1000}\right)\left(\frac{2\pi \times 1450}{60}\right)}{102}$$

$$= 0,294 \text{ kW}$$

Motor listrik yang digunakan 1 phase dengan putaran 1450 rpm dan yang tersedia adalah = 0,37 kW atau 0.50 HP.

e) Analisis Pasak:

Pasak berfungsi untuk menetapkan kopling dan tabung penyaring. Dari perencanaan poros, besar momen rencana (T) 198 kg.mm dan diameter poros (ds) 12,5 mm, maka gaya tangensial pada permukaan poros (F) adalah: [6]

$$F = \frac{T}{\left(\frac{ds}{2}\right)}$$

$$= \frac{198}{12,5} = 15,84 \text{ kg}$$

Dari tabel pemilihan pasak maka yang dapat dipakai ukuran nominal pasak ($b \times h$) adalah 5 x 5 mm dengan kedalaman alur

pasak pada poros $t_1 = 3.0$ mm dan $t_2 = 2.3$ mm serta ukuran Panjang standar $l = 10$ mm.

e) Analisis Bantalan:

Bantalan merupakan elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang waktu pakainya. Perhitungan berikut ini dapat digunakan untuk mengetahui umur teknis bantalan [6].

Faktor kecepatan (f_n) untuk bantalan bola :

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{1/3}$$

$$= \left(\frac{33,3}{1450}\right)^{1/3} = 0,28$$

Faktor umur bantalan (f_h) dicari dengan menghitung C = beban nominal dinamis spesifikasi (kg) dan W = beban ekuivalen (kg)

Nilai beban radial ()

$$F_r = \frac{120 \cdot P}{v}$$

$$= \frac{120 \cdot P}{\pi \cdot d \cdot n / 60 \cdot 1000}$$

$$= \frac{120 \cdot 0,37 \text{ kW}}{\pi \cdot 12,5 \cdot 1450 / 60 \cdot 1000} = 46,8 \text{ kg}$$

Bila yang terjadi adalah beban radial saja, maka $V = 1$ dan jenis bantalan yang digunakan adalah bantalan baris tunggal, dimana diketahui nilai $X = 0.56$ dan beban aksial diabaikan (F_a), maka beban ekuivalen dinamis untuk bantalan gelinding (P) sebesar:

$$P = X \cdot V \cdot F_r$$

$$= 0,56 \cdot 1 \cdot 46,8$$

$$= 26,208 \text{ kg}$$

Bantalan bola radial alur dalam baris tunggal kapasitas beban nominal dinamis spesifik (C) = 600 kg

Maka faktor umur bantalan (f_h)

$$f_h = f_n \frac{C}{P}$$

$$= 0,28 \frac{600}{26,208}$$

$$= 6,41$$

Umur nominal (l_h), (juta putaran)

$$l_h = 500 \cdot f_h^3$$

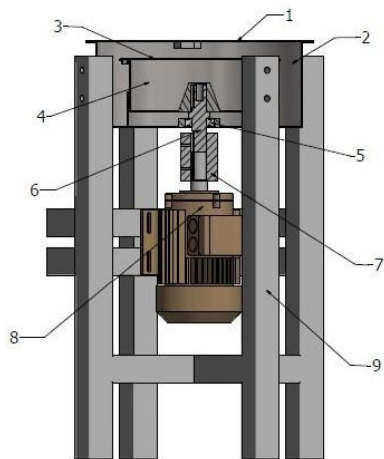
$$= 500 \cdot 6,41^3$$

$$= 131.687,36 \text{ jam.}$$

Syarat umur bantalan mesin pertanian minimal 3000 jam [6], sehingga bantalan pada alat penyaring limbah minyak jelantah ini layak untuk digunakan

Pembuatan Gambar Model Alat

Dari hasil analisis teknik maka dibuatlah model alat penyaring limbah minyak jelantah berupa gambar model dengan komponen yang dibutuhkan. Gambar 2.7. model alat tersebut.



Gambar 2.7 Model alat penyaring limbah minyak jelantah

Keterangan gambar 2.7.

1. Tutup Tabung penampung
2. Tabung Penampung
3. Tutup Tabung penjemih
4. Tabung Penjemih
5. *Bearing*

6. Poros
7. Kopling
8. Motor listrik
9. Rangka



Gambar 2.8 Alat penyaring limbah minyak jelantah

Pengujian Fungsional Alat Penyaring Limbah Minyak Jelantah.

Tujuan dilakukannya uji fungsional adalah untuk melihat fungsi alat dari hasil rancang bangun yang telah dibuat. Hasil dari pengujian diperoleh bahwa alat telah bekerja sesuai dengan tujuan awal yaitu dapat menyaring limbah minyak jelantah. Hasil penyaringan dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Hasil uji coba penyaringan minyak jelantah.

Dari uji fungsional terlihat hasil penyaringan kedua dan ketiga sudah tidak terdapat perbedaan dengan penyaringan pertama, sehingga dapat dikatakan alat bekerja sesuai rancangan awal.

4. SIMPULAN.

Simpulan yang diperoleh dari hasil rancangan alat penyaring limbah minyak jelantah adalah :

1. Alat penyaring limbah minyak jelantah telah berhasil dibuat, dengan metode sentrigugal yang terdiri dari beberapa komponen yaitu: tabung penyaring, tabung penampung, tutup tabung dan rangka, kapasitas dari alat 2 liter sekali proses dengan motor listrik 0,5 HP dan putaran 1450 rpm.
2. Tabung penyaring mempunyai dimensi 200 x 75 mm untuk menampung minyak jelantah dan tabung penampungan mempunyai dimensi 300 x 85 mm untuk menampung hasil penyaringan.
3. Hasil penyaringan menunjukkan cukup sekali proses untuk memisahkan kotoran padat dengan jelantah cairnya.

4. Santosa, Stefanus, 2005, Reverse Engineer=ing, Teori dan Aplikasi, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
5. Harsokoesoemo, H. Darmawan, 2004, Pengantar perancangan teknik (Perancangan produk), Penerbit ITB, Bandung,
6. Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997, Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin, PT. Pradnya Paramita, Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

1. Natalia Erna S, Wasi Sakti Wiwit P, 2017, Pengolahan Minyak Goreng Bekas (Jelantah) Sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak Tanah (Biofuel) Bagi Pedagang Gorengan Di Sekitar Fmipa Unnes, Jurnal Energi Rekayasa Vol. 15 No. 2, Desember 2017: 89 – 95.
2. Yaqien, Mohammad Ainul, 2017, Pemanfaatan Minyak Jelantah (Waste Cooking Oil) Untuk Oli Mesin Kendaraan Bermotor, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang.
3. Hamsyah Adhari, Yusnimar, dan Syelvia Putri Utami, 2016, Pemanfaatan Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Dengan Katalis ZnO Presipitan Zinc Karbonat: Pengaruh Waktu Reaksi Dan Jumlah Katalis, Jurnal JOM FTEKNIK Vol. 3 No. 2 Oktober 2016: 1 – 7.