

**SIMULASI *STRESS* PADA MESIN PENIRIS MINYAK
BAWANG GORENG DENGAN KAPASITAS TIGA KILOGRAM**
Elvan¹⁾, Alessandro Darren Halim²⁾, Muhammad Ilham Sekayu³⁾, Rosehan⁴⁾

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

¹⁾elvan.515210015@stu.untar.ac.id, ²⁾alessandro.515210027@stu.untar.ac.id,

³⁾muhammad.515210031@stu.untar.ac.id, ⁴⁾rosehan@ft.untar.ac.id

Abstract: *Every food frequently consumed nowadays usually uses cooking oil as a frying tool. Indonesian people, both in urban and rural areas, consume fried foods in their daily lives. Therefore, by designing an oil drainer, we can overcome the problem in terms of time in draining oil from fried onions. In this oil dryer, there are main components to drive the oil dryer system in the form of perforated baskets, shafts, AC electric motors, v-belts, pulleys, bearings, and table. The material used in this oil dryer uses food-grade materials, for the safety and health of users. The oil dryer has a capacity of 3 kg at one time the frying of fried onions is then calculated to find out which material is suitable for use in the oil slicer, then performs a simulation to determine the strength of the material selection used.*

Keywords: *mechanical simulation, strength of the material, and calculate of the design of the material.*

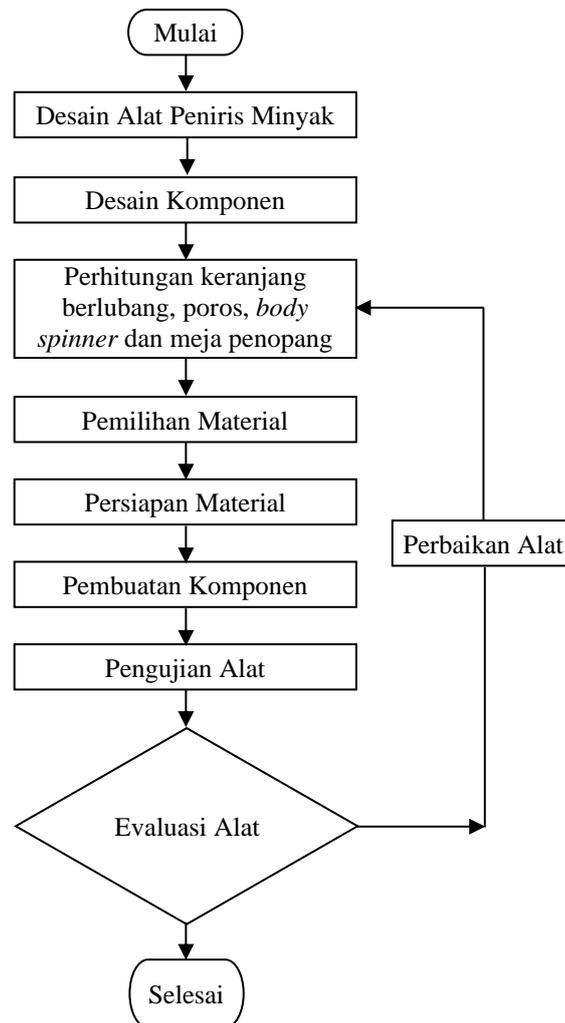
PENDAHULUAN

Pada setiap makanan yang sering dikonsumsi pada saat ini pasti menggunakan minyak sebagai alat untuk menggoreng. Masyarakat Indonesia baik di perkotaan maupun pedesaan dalam kehidupan sehari-hari mengkonsumsi minyak goreng. Oleh karena itu, dengan merancang alat peniris minyak dapat mengatasi masalah dari segi waktu dalam meniris minyak pada bawang goreng. Pada alat pengering minyak ini terdapat komponen utama untuk menggerakkan sistem dari alat pegering minyak berupa keranjang berlubang, poros, motor listrik AC, *V-belt*, *pulley*, *bearing*, dan meja penopang. Material yang digunakan pada alat peniris minyak ini menggunakan bahan yang *food grade*, untuk keamanan dan kesehatan bagi pengguna alat peniris minyak ini. Pada alat peniris minyak memiliki kapasitas 3 Kg pada sekali penirisan bawang goreng kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui material yang cocok untuk digunakan pada alat peniris minyak, kemudian melakukan simulasi untuk mengetahui kekuatan dari pemilihan material yang digunakan.

METODE PENELITIAN

Dalam melakukan simulasi *stress* pada mesin peniris minyak ini merupakan diagram alir perancangan sistem dan komponen. Gambar 1 menunjukkan bahwa perancangan diawali dengan mendesain alat peniris minyak dilanjutkan dengan mendesain komponen-komponen pada alat peniris minyak. Setelah itu dilakukan perhitungan pada keranjang berlubang, poros atau *shaft*, *body spinner*, dan meja penompang. Kemudian dilanjutkan dengan pemilihan material untuk komponen-komponen alat peniris minyak setelah itu dilanjutkan dengan pemilihan material untuk setiap komponen-komponen alat peniris minyak. Kemudian dilakukan pembuatan komponen dalam bentuk tiga dimensi menggunakan perangkat lunak *Fusion 360* yang dikembangkan oleh *Autodesk*. Setelah itu dilakukan pengujian *stress* pada komponen-komponen yang terdapat pada alat peniris minyak.

Salah satu fitur utama dari *Fusion 360* adalah untuk melakukan analisis tegangan atau *stress analysis*. Analisis tegangan ini memungkinkan pengguna untuk memahami bagaimana suatu desain akan merespon terhadap beban dan tekanan tertentu. *Fusion 360* menggunakan metode analisis elemen hingga FEA (*Finite Element Analysis*) untuk melakukan analisis tegangan.



Gambar 1. *Flowchart* Perancangan

Fusion 360 juga dirancang untuk menyatukan proses desain dan analisis dalam satu perangkat lunak. Pengguna juga dapat memberikan dan menentukan titik-titik tetap, beban tertentu, atau gaya yang bekerja pada desain dan *Fusion 360* dapat memberikan visualisasi hasil analisis tegangan dalam bentuk peta warna, yang memungkinkan pengguna dengan cepat mengidentifikasi area dengan tegangan tinggi atau potensi kegagalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teori Komponen

Kerangka pada “Alat Peniris Minyak” berfungsi untuk menopang beban komponen yang digunakan pada alat peniris minyak, berupa motor AC, keranjang berlubang, dan *body spinner*. Komponen utama pada alat peniris minyak keranjang berlubang yang berfungsi untuk meniriskan minyak dengan memanfaatkan gaya sentrifugal untuk meniriskan minyak. Komponen poros pada alat peniris minyak berfungsi untuk meneruskan daya yang dihasilkan dari motor AC menuju keranjang berlubang. *Body spinner* berfungsi sebagai tempat untuk menampung juga mengalirkan minyak yang dikeluarkan dari keranjang berlubang yang memanfaatkan gaya sentrifugal sebagai metode meniriskan minyak. *Pulley* adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai komponen atau penghubung putaran yang diterima dari motor listrik kemudian diteruskan dengan menggunakan sabuk atau *belt* ke bagian komponen yang akan digerakkan.

Dalam perancangan alat peniris minyak terdapat material yang cocok untuk pembuatan

alat peniris minyak yang *food grade*, kuat untuk menahan beban dan tidak menimbulkan korosi yang berbahaya untuk makanan, antara lain:

Tabel 1. Sifat Mekanik *Stainless Steel 304*

Sifat Fisik	Nilai
Kekerasan (<i>Brinell</i>)	84 BHN
Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strength</i>)	500 MPa
Kekuatan Luluh (<i>Yield Strength</i>)	293 MPa
Modulus Elastisitas	193 GPa

Tabel 2. Sifat Mekanik *Aluminium 3004*

Sifat Fisik	Nilai
Kekerasan (<i>Brinell</i>)	52 BHN
Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strength</i>)	215 MPa
Kekuatan Luluh (<i>Yield Strength</i>)	170 MPa
Modulus Elastisitas	70 GPa

Perhitungan Keranjang Berlubang

Pada keranjang berlubang ini memiliki diameter 270 mm dan tinggi 270 mm dan mampu menampung bawang goreng sebanyak 3 kg. Maka dari itu dilakukan perhitungan sebagai langkah awal untuk menganalisa komponen alat peniris minyak agar aman digunakan. Maka dari itu didapat perhitungan sebagai berikut:

Yield strength dari *Stainless Steel 304* adalah 293 MPa dengan menetapkan *Safety Factor* 3 berdasarkan *Dobrovolsky* (“*Machine element*”):

Faktor Keamanan atau *Safety Factor* berdasarkan jenis beban adalah:

- Beban Statis : 1,25 – 2
- Beban Dinamis : 2 – 3
- Beban Kejut : 3 – 5

Perhitungan tegangan ijin keranjang berlubang:

$$\sigma = \frac{\text{yield strength}}{SF}$$

$$\sigma = \frac{293}{3}$$

$$\sigma = 97,6 \text{ MPa}$$



Gambar 2. Keranjang Berlubang

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot \text{Tabung Putar} \cdot n}{60 \times 1000}$$

Kecepatan keliling dari keranjang berlubang:

Dimana:

- n = Kecepatan putar keranjang berlubang per-menit (*rpm*)
- d = Diameter keranjang berlubang (*mm*)
- 60 = Konversi satuan menit ke detik

1000 = Konversi satuan meter ke millimeter

Maka kecepatan keliling dari keranjang berlubang:

$$V = \frac{\pi \cdot d_{\text{Tabung Putar}} \cdot n}{60 \times 1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 270 \cdot 2400}{60 \times 1000}$$

$$V = 33,9 \text{ m/s}$$

Gaya sentrifugal yang ada pada keranjang berlubang:

Dimana:

m = massa (kg)

v = kecepatan keliling dari keranjang berlubang (m/s)

r = jari-jari keranjang berlubang (m)

$$F_e = m \frac{v^2}{r}$$

$$F_e = 3 \text{ kg} \frac{33,9 \text{ m/s}^2}{0,135 \text{ m}}$$

$$F_e = 753,3 \text{ N}$$

Kemudian tekanan pada tabung didapatkan sebesar:

Dimana:

F = gaya

b = tebal dinding keranjang berlubang (m)

t = tinggi keranjang berlubang (m)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{F}{2 \cdot b \cdot t}$$

$$\sigma = \frac{753,3 \text{ N}}{2 \cdot 0,005 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m}}$$

$$\sigma = 301320 \text{ Pa}$$

$$\sigma = 0,301320 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{aktual}} < \sigma_{\text{ijin}}$$

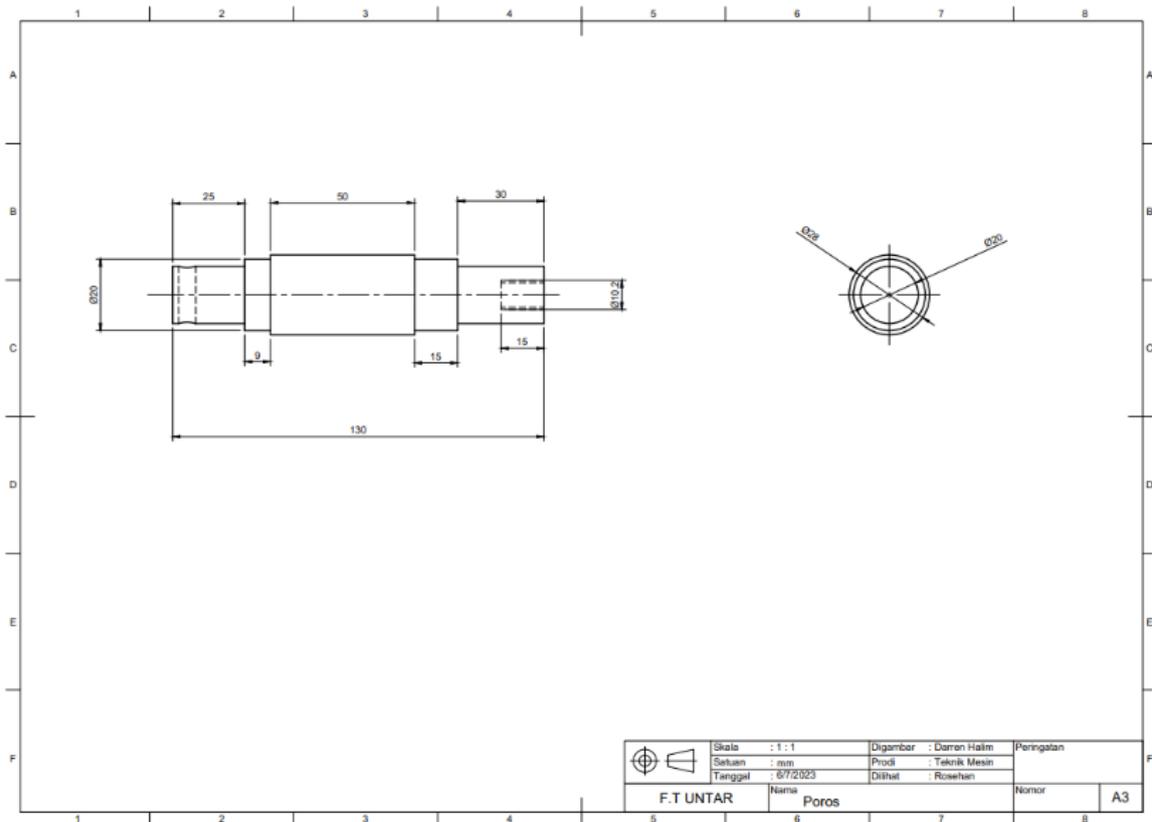
$$0,301320 \text{ MPa} < 97,6 \text{ MPa}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan bahwa hasil dari perhitungan tegangan ijin pada material *Stainless Steel 304* sebesar $97,6 \text{ MPa}$ dan perhitungan tegangan aktual sebesar $0,301320 \text{ MPa}$, sehingga hasil dari tegangan aktual lebih rendah dari pada hasil perhitungan tegangan ijin. Maka dari itu, material aman untuk digunakan.

Perhitungan Poros



Gambar 3. Poros



Gambar 4. Gambar Sketsa Poros

Perhitungan dilakukan untuk mengetahui ukuran diameter poros yang aman untuk digunakan.

Berikut perhitungan diameter poros:

Yield strength dari *Stainless Steel 304* adalah 293 dengan menetapkan *Safety Factor 3* berdasarkan:

Dobrovolsky (“*Machine element*”)

Faktor Keamanan/*Safety Factor* berdasarkan jenis beban adalah:

- Beban Statis : 1,25 – 2
- Beban Dinamis : 2 – 3
- Beban Kejut : 3 – 5

Perhitungan tegangan ijin poros:

$$\sigma = \frac{\text{yield strength}}{SF}$$

$$\sigma = \frac{293}{3}$$

$$\sigma = 97,6 \text{ N}$$

Perhitungam momen puntir pada poros:

Dimana:

P_d = daya (HP)

n = putaran pada poros (rpm)

T = Momen Puntir

$$T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{P_d}{n}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{0,5}{2400}$$

$$T = 202,916 \text{ Nmm} = 0.2029 \text{ Nm}$$

Perhitungan momen lentur pada poros:

Dimana:

M_b = Momen lentur pada poros

F_{total} = Gaya yang berkerja pada poros (N)

l = Panjang poros (mm)

Diketahui:

$$l = 130 \text{ mm}$$

$$F_{total} = F_{total} \times l$$

$$M_b = 25,5 \text{ N} \times 130 \text{ mm}$$

$$M_b = 3.315 \text{ Nmm}$$

Perhitungan momen lentur ekuivalen

Dimana:

M_e = Momen lentur ekuivalen (Nmm)

M_b = Momen lentur (Nmm) = 3.315 Nmm

T = Momen puntir (Nmm) = 202,916 Nmm

$$M_e = \frac{1}{2} (M_b + \sqrt{T^2 + M_b^2})$$

$$M_e = \frac{1}{2} (3,315 + \sqrt{202,916^2 + 3,315^2})$$

$$M_e = 3.318,102 \text{ Nmm}$$

Perhitungan diameter poros

Dimana:

d = Diameter poros beban kombinasi basis M_e (mm)

M_e = Momen lentur ekuivalen (Nmm)

σ = Tegangan diizinkan bahan poros (N/mm²)

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times M_e}{\pi \times \sigma}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 3.318,102}{3,14 \times 97,6}}$$

$$d = 7,0235 \text{ mm (Diameter poros minimum)}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diameter poros yang diperoleh adalah 7,0235 mm, sehingga diameter poros yang akan digunakan adalah dengan diameter 20 mm.

Perhitungan Pulley dan Belt

- Diameter pulley pada motor listrik 50 mm (m).
- Diameter pulley pada poros penghubung 80 mm (m).
- n_2 = kecepatan putaran motor listrik 1500 rpm (rad/s).

Berikut ini perhitungan dari putaran pulley dengan diameter 80 mm.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{depan}}{d_{belakang}}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{0,08}{0,05}$$

$$n^1 = 251 \text{ rad/s}$$

$$n^1 = 2400 \text{ RPM}$$

Perhitungan kecepatan keliling pada *V-belt*.

$$v = \frac{\pi d_p n_1}{60}$$

$$v = \frac{3,14 \times 80 \times 2400 \text{ RPM}}{60}$$

$$v = 6,2 \text{ m/s}$$

Berikut perhitungan panjang *belt*:

Dimana:

Diameter *pulley* pada motor listrik 50 mm (*m*).

Diameter *pulley* pada poros penghubung 80 mm (*m*).

Jarak sumbu poros (*C*) depan dan belakang (*mm*).

$$L = 2.C + \left(\frac{\pi}{2} (d_{depan} + d_{belakang}) \right) + \frac{(d_{depan} - d_{belakang})^2}{4C}$$

$$L = 2.585 + \left(\frac{3,14}{2} (80 + 50) \right) + \frac{1}{4 \times 585} (80 - 50)^2$$

$$L = 1.410 \text{ mm}$$

$$L = 55,51 \text{ inch}$$

Dengan panjang sabuk sebesar 1.410 mm atau 55,51 inch, dengan Panjang sabuk 55,51 inch digunakan sabuk tipe *V-belt standart type A-56*.

Perhitungan *Bearing*

Perhitungan *bearing* atau bantalan pada alat peniris minyak dipilih *bearing* dengan jenis *ball bearing* No. 204 dikarenakan diameter poros pada alat peniris minyak berukuran 20 mm. kemudian perhitungan dilakukan untuk memprediksi umur operasional *bearing*, yang mengacu pada jumlah jam atau siklus operasi sebelum *bearing* mengalami keausan dan perlu diganti, berdasarkan persamaan berikut:

Dimana:

Beban dinamis izin No. 204 (*C*) = 10.400

F_e = gaya sentrifugal yang berkerja pada *bearing*

$$\text{Umur Bearing} = \left(\frac{\text{Faktor beban Dinamis}}{\text{Gaya sentrifugal yang bekerja pada bearing}} \right)^3$$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{F_e} \right)^3$$

$$L_{10} = \left(\frac{10.400 \text{ N}}{25,5 \text{ N}} \right)^3$$

$$L_{10} = 67 \text{ Juta Putaran}$$

Maka jika mesin ini digunakan 2 jam sehari makan kekuatan *bearing* yang didapat adalah:

$$= \frac{67.000.000}{\frac{2 \times 60}{\text{hari}} \times \text{rpm}}$$

$$= \frac{67.000.000}{\frac{2 \times 60}{\text{hari}} \times 2400} = 232 \text{ hari umur bearing yang didapatkan}$$

Perhitungan Rangka terhadap Material

Dalam perancangan alat peniris minyak tentu saja semua komponen yang telah di lakukan perhitungan dan pemilihan material maka harus ditempatkan pada rangka untuk bisa beroperasi secara maksimal. Berikut perhitungan rangka pada terhadap material *aluminium 3004* adalah sebagai berikut:

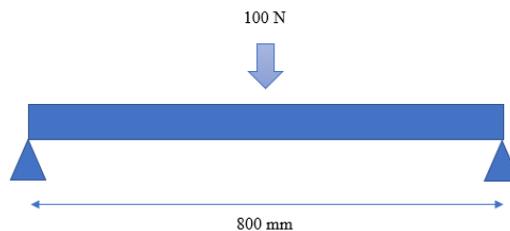
Perhitungan tegangan izin material *aluminium 3004*:

$$\sigma_{ijin} = \frac{\text{yield strength}}{SF}$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{170}{3}$$

$$\sigma_{ijin} = 56,67 \text{ MPa}$$

Gaya yang terhadap pada rangka alat peniris minyak:



Gambar 5. Beban Tekan pada Meja

$$F = m \times g$$

$$F = 10 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s} = 98 \text{ N}$$

Mencari tegangan aktual pada rangka:

Dimana:

$$F = \text{gaya}$$

$$A = \text{luas penampang rangka } 2 \times (p_l + p_t + l_t) \text{ (m)}$$

$$\sigma_{aktual} = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_{aktual} = \frac{98}{0,846}$$

$$\sigma_{aktual} = 115,83 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma_{aktual} = 115,83 \text{ N/m}^2 = 0,000034 \text{ MPa}$$

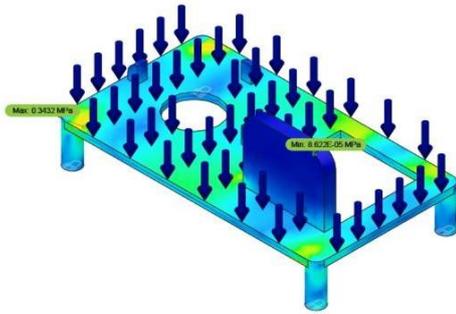
$$\sigma_{aktual} < \sigma_{ijin}$$

$$0,00011583 \text{ MPa} < 56,67 \text{ MPa}$$

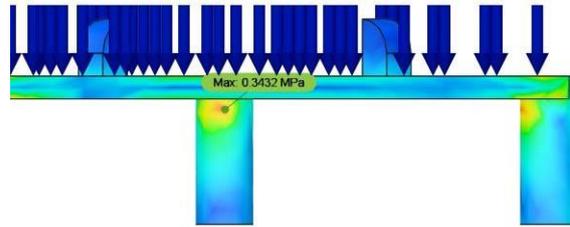
Dari perhitungan di atas didapatkan bahwa hasil dari perhitungan tegangan izin pada material aluminium 3004 sebesar $56,67 \text{ MPa}$ dan perhitungan tegangan aktual sebesar $0,00011583 \text{ MPa}$, sehingga hasil dari tegangan aktual lebih rendah dari pada hasil perhitungan tegangan izin. Maka dari itu, material aman untuk digunakan.

Simulasi Struktur Perancangan

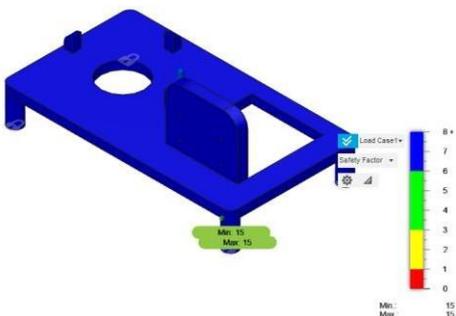
Simulasi perancangan “Alat Peniris Minyak” merupakan *static stress* dan *safety factor*. Berikut merupakan hasil simulasi struktur perancangan pada alat peniris minyak.



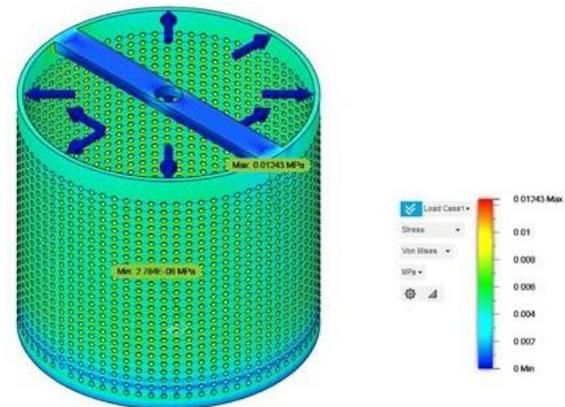
Gambar 6. *Static Stress* pada Meja Alat Peniris Minyak



Gambar 7. Titik *Static Stress* Paling Tinggi pada Meja Alat Peniris Minyak



Gambar 8. Analisis *Safety Factor* pada Meja Alat Peniris Minyak



Gambar 9. Analisis Simulasi *Static Stress* pada Tabung Berlubang Alat Peniris Minyak



Gambar 10. Analisis *Safety Factor* pada Tabung Berlubang Alat Peniris Minyak

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 terlihat hasil simulasi pada meja alat peniris minyak. Pada Gambar 6 dilakukan *Static Stress* dengan material yang digunakan Aluminium 3004 dan dengan beban 100 N (hasil pembulatan dari 98 N) menghadap kebawah dan menghasilkan tekanan maksimum sebesar 0,3432 MPa. Tekanan maksimum ini dilambangkan dengan warnan merah pada kaki meja dan untuk warna biru tua melambangkan daerah yang tidak terdampak oleh tekanan statis. Pada Gambar 7 terlihat bahwa titik beban maksimal berada pada kaki meja yang dimana keranjang utama akan diletakan dan dimana motor listrik diletakan.

Pada Gambar 8 merupakan hasil dari simulasi *safety factor* pada meja alat peniris minyak. Pada Analisa tersebut dapat terlihat bahwa keseluruhan meja pada alat peniris minyak berwarna biru tua yang melambangkan bahwa meja pada alat peniris minyak aman

digunakan dengan tekanan yang diberikan.

Pada Gambar 9 terlihat hasil simulasi pada keranjang berlubang pada alat peniris minyak. Pada Gambar 9 dilakukan *Static stress* dengan material Stainless Steel 304 dan beban 26 N (hasil pembulatan dari 25,5 N) yang menghadap keluar dari poros tabung dan menghasilkan tekanan maksimal 0,301320 MPa. Terlihat bahwa tekanan pada tabung berlubang berada di dinding tabung berlubang karena hasil dari gaya sentrifugal. Sehingga warna pada dinding tabung berlubang berwarna biru muda yang berarti terdapat tekanan yang tidak terlalu besar.

Pada Gambar 10 merupakan hasil simulasi *safety factor* pada tabung berlubang untuk alat peniris minyak. Pada simulasi tersebut terlihat bahwa seluruh keranjang berlubang berwarna biru tua yang menandakan bahwa tabung berlubang tersebut aman dengan tegangan yang diberikan.

SIMPULAN

Setelah simulasi *static stress* pada meja penompang alat peniris minyak dengan material *aluminium 3004* dan dengan beban 30 N (hasil pembulatan dari 29,4 N) menghadap kebawah dan menghasilkan tekanan maksimum sebesar 0,06399 MPa. Kemudian dilakukan simulasi *safety factor* pada meja alat peniris minyak dan hasilnya menunjukkan warna biru tua yang melambangkan bahwa meja pada alat peniris minyak aman digunakan dengan tekanan yang diberikan.

Setelah itu dilakukan simulasi *static stress* pada keranjang berlubang alat peniris minyak dengan material *aluminium 3004* dan dengan beban 26 N (hasil pembulatan dari 25,5 N) menghadap keluar dari poros dan menghasilkan tekanan maksimum sebesar 0,301320 MPa. Kemudian dilakukan simulasi *safety factor* pada keranjang berlubang alat peniris minyak dan hasilnya menunjukkan warna biru tua yang melambangkan bahwa meja pada alat peniris minyak aman digunakan dengan tekanan yang diberikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih Bapak Rosehan sebagai Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Tarumanagara serta berbagai pihak yang telah membantu dan memberikan saran pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyu, Sugandi, (2018), Analisis Teknik dan Uji Kinerja Mesin Peniris Minyak. Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran.
- [2] Materi Perkuliahan Elemen Mesin I Pertemuan 2, “Beban, Tegangan, dan SF” oleh Prof. Dr. Ir. Agustinus. P. I.
- [3] Michael F. Ashby, *Material Selection in Mechanical Design*, Third Edition 2005.
- [4] Guifeng Jia, S. Y. a. C. T., (2011) ‘*Fault Diagnosis of Roller Bearing Based on PCA and Multi-class Support Vector Machine*’. Wuhan China, Huazhong,
- [5] Agustinus Purna Irawan, Diktat Elemen Mesin, Jakarta.
- [6] Yefrichan, (2012) ‘Faktor keamanan *safety factor* dalam perancangan elemen mesin’.
- [7] “*Factors of Safety*”, *Engineering Tool Box. 2010 (Online)*
- [8] Pembahasan soal mencari kecepatan *Pulley*. (n.d.) Retrieved 10 Juni 2023.
- [9] Rumusan Daya dan Contoh Soal Menghitung Daya Listrik (+Jawaban). (n.d.). Retrieved 8 Juni 2023
- [10] Akbar BS., (2012), Pembuatan Poros Transmisi Pada Mesin Modifikasi *Camshaft* NOKEN AS, Laporan Proyek Akhir. Yogyakarta.