

# ANALISIS FATIGUE MENGGUNAKAN AUTODESK INVENTOR TERHADAP KONSTRUKSI MESIN PENCACAH SABUT KELAPA

Ade Putra Maulana<sup>1)</sup>, Fenoria Putri<sup>2)</sup>, Fatahul Arifin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jl.Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

\*email Korespondensi: [adeputramaulana01@gmail.com](mailto:adeputramaulana01@gmail.com)

## INFORMASI ARTIKEL

Received:  
08/02/2022

Accepted:  
24/02/2022

Online-Published:  
28/02/2022

© 2022 The Authors. Published by  
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:  
<http://doi.org/10.5281/zenodo.6413294>

## ABSTRAK

*Kelapa merupakan salah satu pohon yang tumbuh dengan baik hampir di seluruh wilayah Indonesia terutama di Sumatera Selatan dimana produksi buah kelapa setiap harinya cukup tinggi. Masyarakat biasanya menggunakan linggis untuk membersihkan batok kelapa dengan tangan. Hal ini cukup berbahaya, apalagi jika dilakukan dalam jumlah banyak. Dalam tugas akhir ini, menyajikan metodologi dan implementasi numerik dari program CAD-CAE tenaga Kelelahan dan stress analysis, desain konstruksi mesin pengupas kelapa dengan kapasitas lima kelapa sederhana yang mudah digunakan, aman dan efektif. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk menganalisis konstruksi mesin yang dibuat dengan Autodesk Inventor, sehingga mesin yang dirancang dapat bekerja dengan aman.*

**Kata Kunci :** CAD-CAE, Fatigue, Stress Analysis

## ABSTRACT

*Coconut is one of the trees that can grow well in almost any place in Indonesia, especially in South Sumatra where the production of coconuts per day is quite high. People usually use a crowbar to clean coconut shells by hand. It is quite dangerous, especially when done in large quantities. This graduation project presents the methodology and numerical implementation of the CAD-CAE program in the design of the Fatigue power and stress analysis design construction machine for cleaning coconut husks with a simple five-coconut system that is easy to use, safe and efficient. The main purpose of this test is to analyze the construction of the machines created with Autodesk Inventor, so that the designed machines work in complete safety.*

**Keywords :** CAD-CAE, Fatigue, Stress Analysis

## 1 PENDAHULUAN

Kelapa ialah salah satu dari pohon yang dapat tumbuh dengan baik hampir di setiap tempat di Indonesia khususnya di Sumatera Selatan. Masyarakat Sumatera Selatan merupakan salah satu daerah yang dapat mengembangkan potensi daerahnya dengan sangat baik, buah kelapa yang melimpah dapat dimanfaatkan dengan sangat baik oleh masyarakat Sumatera Selatan, mulai dari air kelapa, daging (endosperm) hingga sabut kelapa yang bernilai ekonomis. Meski pemanfaatannya sudah sangat baik dilakukan, namun masyarakat Sumsel sampai saat ini masih bermasalah dengan dalam pengupasan sabut kelapa (Zulyandi, 2014).

Untuk melakukan hal ini, diperlukan mesin pencacah sabut kelapa secara efisien, dan nantinya untuk membantu masyarakat Sumatera Selatan mengupas kelapa, mensimulasikan desain alat dan mencari analisis numerik dari alat atau produk tersebut merupakan hal yang penting sebelum dilakukan pembuatan alat. Agar dapat mencari desain terbaik dan terefektif.

## 2 BAHAN DAN METODA

### 2.1 Prinsip Kerja Mesin Pencacah Sabut Buah Kelapa

Prinsip kerja dari alat ini yaitu pertama motor dihidupkan, setelah dihidupkan putaran dan daya dari motor ditransmisikan. Putaran ini direduksi oleh sebuah *gearbox* dan keluaran dari *gearbox* ini kemudian diteruskan oleh *crusher* melalui roda gigi. Saat *crusher* berputar buah kelapa akan diletakkan diantara dua *crusher* dan ditekan oleh sebuah tuas, dengan *crusher* yang dibuat.

### 2.2 Stress Analysis

*Stress Analysis* adalah sebuah Analisa perhitungan pada komponen atau assembling dari permesinan untuk memastikan nilai dari semua tegangan (stress) akibat beban tidak melebihi dari limitasi yang diatur oleh aturan atau standar tertentu. Adapun input yang dibutuhkan dalam menjalankan simulasi ialah beban, titik acuan reaksi tegangan, dan jenis material (Nico, 2019).

### 2.3 Faktor Keamanan (*Safety Factors*)

Faktor Keamanan (*Safety factor*) adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perencanaan elemen mesin terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum. Menurut Joseph P Vidosic dalam *Machine Design Project*, standar faktor keamanan tegangan yakni penentuan factor keamanan berdasarkan *yield strength*. (Vidosic, 1957)

- $sf = 1,25 - 1,5$  = kondisi terkontrol dan tegangan yang bekerja dapat ditentukan dengan pasti.
- $sf = 1,5 - 2,0$  = bahan yang sudah diketahui, kondisi lingkungan beban dan tegangan yang tetap dan dapat ditentukan dengan mudah.
- $sf = 2,0 - 2,5$  = bahan yang beroperasi secara rata-rata dengan batasan beban yang diketahui.
- $sf = 2,5 - 3,0$  = bahan yang diketahui tanpa mengalami tes. Pada kondisi beban dan tegangan rata-rata.
- $sf = 3,0 - 4,5$  = bahan yang sudah diketahui. Kondisi beban, tegangan dan lingkungan yang tidak pasti.

### 2.4 Kelelahan (*Fatigue*) dan Diagram S-N

Kelelahan struktur (*fatigue failure*) terjadi karena aplikasi tegangan fluktuatif yang lebih rendah dari tegangan yang mampu menyebabkan kegagalan selama satu aplikasi tegangan (Tentua, 2015).

Diagram S-N merupakan komponen dasar yang pendekatan kelelahan dengan menggunakan pendekatan *stress-life* (pendekatan yang menghubungkan tegangan pada struktur yang disebabkan pembebanan dengan daya tahan struktur atau umur struktur dalam satuan siklus). Berikut ini persamaan untuk mencari umur suatu komponen berdasarkan batas jumlah siklus izin adalah (Tentua, 2015).

$$T_m = 24 \cdot \frac{N}{\alpha} \quad (1)$$

### 2.5 Alat dan Bahan

Sebelum memulai proses perancangan pada mesin pencacah sabut buah kelapa, ada baiknya mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yang terdiri dari:

- Laptop
- *Software Autodesk Inventor 2020*

### 2.6 Data Awal

Data yang diambil merupakan data yang dibutuhkan dalam melakukan analisis software antara lain:

**Tabel 1.** Hasil Data Awal

| Keterangan | Nilai      |
|------------|------------|
| Massa      | 2403,45 N  |
| Material   | Mild Steel |

## 2.7 Metode Analisis Data

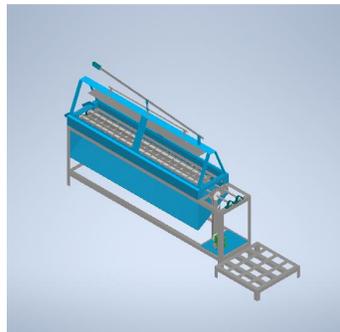
Dalam metode analisis Quality Function Deployment dilakukan dengan membangun sebab akibat untuk mendapatkan hasil data yang diinginkan yang selanjutnya akan dilakukan analisis (Ramadhan, 2018).

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Rancangan Model

Dalam desain mesin penghancur kelapa ini, dirancang dengan membuat sketsa tiga model dari perangkat lunak Autodesk Inventor 2020 berdasarkan ukuran sebenarnya yang kami ekstrusi dan membuatnya padat. Pada masing-masing model terdapat perbedaan konstruksi mesin yaitu jumlah kaki pada rangka batok kelapa. Berikut tiga model yang dirancang pada pembersih tempurung kelapa:

#### a. Model A (jumlah kaki lima)



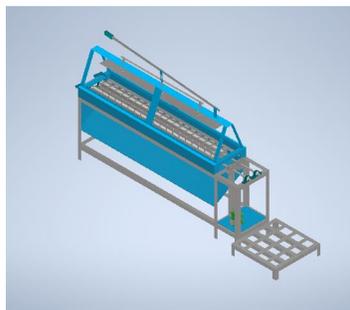
**Gambar 1.** Model A mesin pencacah sabut kelapa

#### b. Model B (jumlah kaki enam)



**Gambar 2.** Model B mesin pencacah sabut kelapa

#### c. Model C (jumlah kaki tujuh)

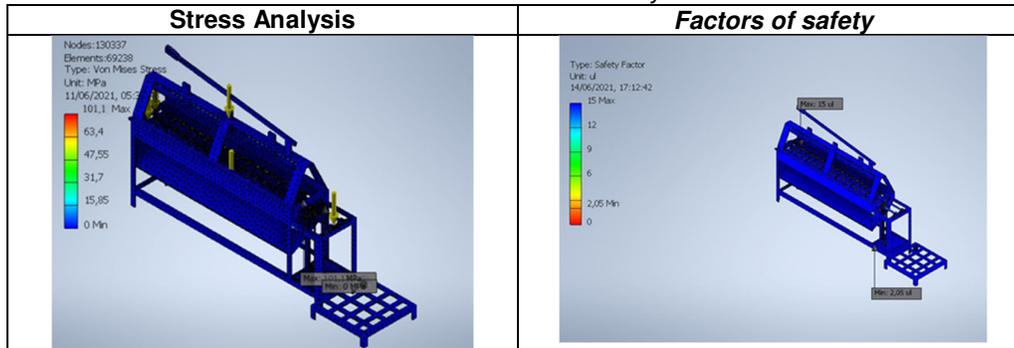


**Gambar 3.** Model C mesin pencacah sabut kelapa

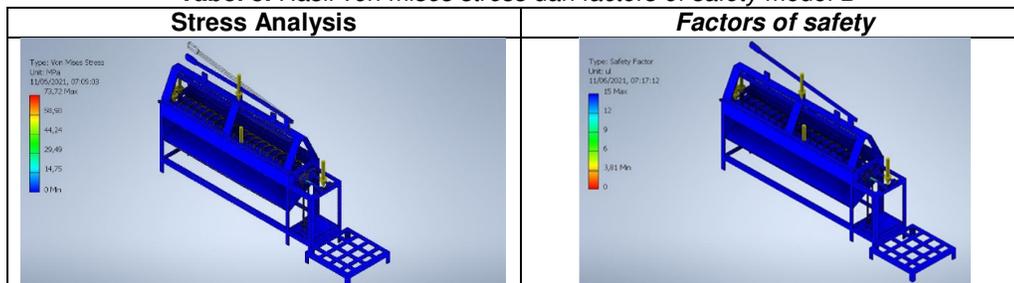
### 3.2 Hasil Simulasi *Stress Analysis* dan *Safety Factors*

Berikut ini hasil simulasi dari *stress analysis* dan *factors of safety*. Ditampilkan berupa von mises stress dan *safety factors* dari tiga model yang dibuat:

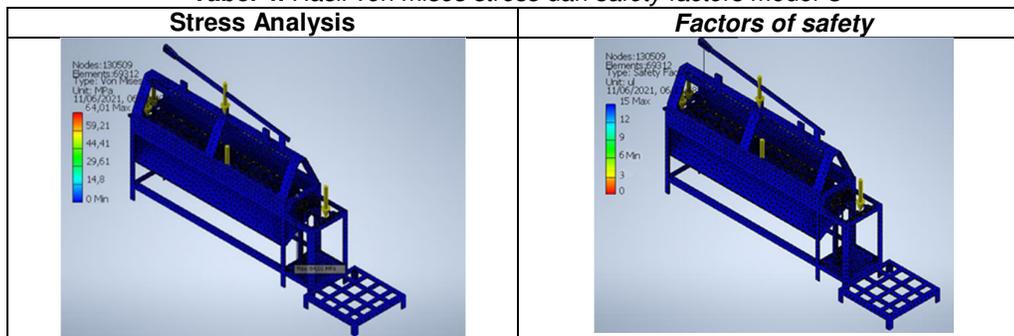
**Tabel 2.** Hasil *von mises stress* dan *safety factors* model A



**Tabel 3.** Hasil *von mises stress* dan *factors of safety* model B



**Tabel 4.** Hasil *von mises stress* dan *safety factors* model C



### 3.3 Analisis Simulasi *Stress Analysis* dan *Factors of safety*

Dari data yang diperoleh berdasarkan gambar diatas hasil simulasi dari *stress analysis* dan *factors of safety* disajikan dalam tabel dibawah ini.

**Tabel 5.** Data hasil pengujian *stress analysis*

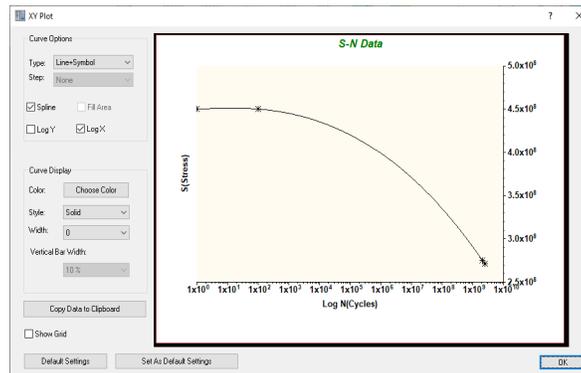
| No | Hasil Pengujian               | Model                                 |                                       |                                    |
|----|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
|    |                               | A                                     | B                                     | C                                  |
| 1  | <i>Von Mises Stress (max)</i> | 101,1 MPa                             | 73,72 MPa                             | 64,01 MPa                          |
| 2  | <i>factors of safety</i>      | 15 $\mu$ l(max)<br>2,05 $\mu$ l (min) | 15 $\mu$ l(max)<br>3,81 $\mu$ l (man) | 15 $\mu$ l(max)<br>6 $\mu$ l (min) |

Dari tabel 5 di atas, hasil Von Mises Stress Model A (max) memiliki nilai tertinggi sebesar 101,1 MPa, sedangkan Model B memiliki nilai 73,72 MPa dan Model C memiliki nilai 64,01 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa model C merupakan model yang paling efektif ditinjau dari nilai tegangan Von Mises.

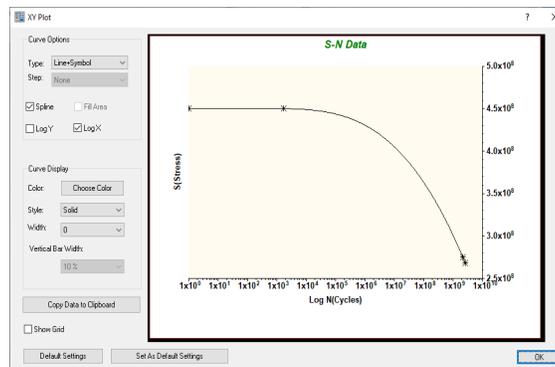
Ada berbagai kisaran nilai faktor keamanan menurut Joseph P Vidosic berdasarkan tegangan aliran, termasuk kisaran ( $2,5 \mu l - 3,0 \mu l$ ) untuk bahan yang diketahui tanpa diuji (uji tarik). Dari hasil simulasi nilai faktor keamanan ketiga model, model A merupakan proyek yang tidak memenuhi kriteria karena berdasarkan simulasi model A memiliki nilai *minimal*  $2,0 \mu l$  dan nilai *maximal* sebesar  $15 \mu l$ . Sementara kedua model lainnya memenuhi kriteria dimana model B memiliki nilai *minimal*  $3,81 \mu l$  dan nilai *maximal*  $15 \mu l$ , adapun model C memiliki nilai *minimal*  $6 \mu l$  dan nilai *maximal*  $15 \mu l$ .

### 3.4 Hasil Simulasi Fatigue Dinamis

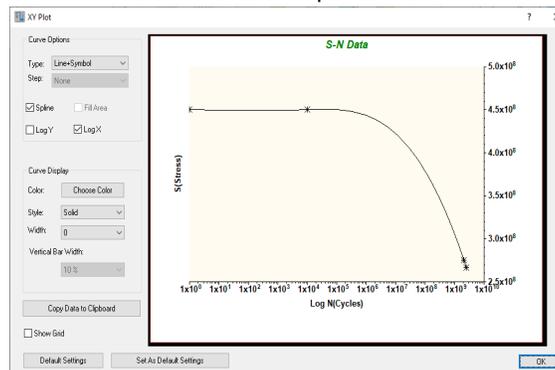
Berikut ini hasil simulasi dari *fatigue analysis*. Ditampilkan berupa diagram S-N dari tiga model yang dibuat:



Gambar 4. Hasil plot model A



Gambar 5. Hasil plot model B



Gambar 6. Hasil plot model C

Dari hasil diagram S-N diatas, maka perhitugan *lifetime* (hour) apabila  $\alpha = 4$  di setiap model sebagai berikut:

1. Model A

$$T_m = 24 \cdot \frac{N}{\alpha} \text{ jam}$$

$$T_m = 24 \cdot \frac{100}{4} \text{ jam}$$

$$T_m = 600 \text{ jam}$$

2. Model B

$$T_m = 24 \cdot \frac{N}{\alpha} \text{ jam}$$

$$T_m = 24 \cdot \frac{1000}{4} \text{ jam}$$

$$T_m = 6000 \text{ jam}$$

3. Model C

$$T_m = 24 \cdot \frac{N}{\alpha} \text{ jam}$$

$$T_m = 24 \cdot \frac{10000}{4} \text{ jam}$$

$$T_m = 60000 \text{ jam}$$

Berdasarkan perhitugan *lifetime* diatas ketiga model rancangan yang dengan pembebanan yang sama dan memiliki jumlah tumpuan yang berbeda memiliki hasil yang berbeda yaitu dengan nilai *maximal* 60000 jam dan nilai *minimal* 600 jam. Dalam hal ini jumlah tumpuan memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap rancangan dengan pembebanan yang sama.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan studi analisis numerik dengan bantuan para penemu pada kekuatan lelah konstruksi parutan kelapa, kesimpulan tertentu dapat ditarik. Pertama, hasil dari Von Mises Stress (max) model A memiliki nilai tertinggi sebesar 1011 MPa. , sedangkan model B memiliki nilai 73,72 MPa dan model C memiliki nilai 64,01 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa model C merupakan model yang paling efisien ditinjau dari nilai tegangan Von Mises, maka dari hasil analisis faktor keamanan (safety factor) Model A memiliki nilai minimum 2,0  $\mu l$  dan nilai maksimum 15  $\mu l$ , model B memiliki nilai minimum 3,81  $\mu l$  dan nilai maksimum 15  $\mu l$ , sedangkan model C memiliki nilai minimum 6  $\mu l$  dan nilai maksimum 15  $\mu l$ . Dari ketiga model yang dianalisis, Model A merupakan desain yang berbahaya karena tidak memenuhi kriteria faktor keamanan menurut Joseph P Vidosic yaitu dari kisaran (2,5  $\mu l$  - 3,0  $\mu l$ ). Terakhir, hasil analisis kelelahan ketiga model memiliki umur pakai (jam) 60.000 jam (Model C), 6000 jam (Model B) dan 600 jam (Model A).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Nico, Muhammad Okta. 2019. *Analisis Tegangan, Regangan dan Perpindahan pada Track Frame Excavator Menggunakan Autodesk Inventor*. Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Sriwijaya.
- Ramadhan, Gilang. 2018. *Rancang Bangun Mesin Dowel Kayu Otomatis (Modifikasi)*. Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Tentua, BG. 2015. *Analisa Kelelahan Velg Racing Toyota Avansa dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga: Jurnal Arika, Vol. 09, No. 1*
- Vidosic, J P .1957. *Machine Design Projects* (New York: The Ronald Press Company).
- Zulyandi. 2014. *Rancang Bangun Alat Bantu Pengupas Sabut Kelapa Secara Mekanik*. Palembang: Laporan Akhir.