

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

3.1.1. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian tugas akhir ini akan mulai berjalan setelah judul disetujui oleh dosen pendamping. Estimasi waktu yang diperlukan untuk melakukan penelitian tugas akhir ini kurang lebih selama 4 bulan dengan mulai menyusun bab pertama yaitu menentukan latar belakang, permasalahan yang dirumuskan untuk menjadi fokus utama pada penelitian tugas akhir ini, batasan masalah untuk menentukan batasan ruang lingkup penelitian tugas akhir dan mengemukakan tujuan dan manfaat pada penelitian tugas akhir ini. Setelah bab 1 selesai selanjutnya membuat bab 2 yang berisi teori-teori yang mendasari penelitian tugas akhir ini. Sebelum melakukan penelitian harus ditentukan terlebih dahulu langkah-langkah yang akan dilakukan serta metode apa saja yang digunakan pada penelitian ini setelah itu baru dilakukan penelitian yang meliputi tahap persiapan, pengambilan data, melakukan analisa data serta melakukan perhitungan. Setelah semua data didapatkan data dan hasil analisa maka dapat dilakukan pengambilan kesimpulan pada bab 5. Rencana kegiatan dan waktu penelitian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. 1. *Timeline* Penelitian

No	Tahapan Penelitian	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Penentuan Judul						
2	Studi Literatur						
3	Menyusun Metodologi dan bimbingan						
4	Tahapan persiapan						
5	Simulasi dan Pengambilan Data						
6	Pembahasan						
7	Seminar Hasil						

3.1.2. Tempat Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya yang berada di Jln. Sutorejo No. 59, Kota Surabaya.

3.2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada simulasi untuk memperoleh data pada penelitian tugas akhir ini yaitu perangkat laptop yang sudah terpasang *software SolidWorks 2020* untuk melakukan perancangan desain dan simulasi.

3.3. Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada penelitian ini yaitu gaya-gaya yang bekerja pada poros bilah pengupas kulit kacang yang diamati dengan metode elemen hingga (*Finite Element Method*) menggunakan perangkat lunak

SolidWorks 2020. Variabel – variabel yang akan digunakan pada penelitian ini meliputi :

3.3.1. Variabel Tetap

Variabel tetap adalah faktor yang dijaga konstan, baku, atau tidak diubah selama penelitian atau eksperimen berlangsung. Tujuannya adalah memastikan hasil penelitian hanya dipengaruhi oleh variabel independen (bebas), bukan faktor luar. Adapun variabel tetap pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Jenis bahan yang digunakan pada poros dan bilah pengupas yaitu baja karbon ringan ASTM A36

ASTM A36 merupakan baja karbon rendah yang banyak digunakan pada konstruksi dan komponen mesin karena memiliki kemampuan las yang baik, mudah diproses, serta memiliki kekuatan yang memadai. Material ini memiliki modulus elastisitas sebesar 200 GPa, yang menunjukkan tingkat kekakuan material terhadap deformasi elastis. Nilai modulus elastisitas tersebut sering digunakan dalam analisis tegangan, defleksi, dan simulasi elemen hingga untuk mengevaluasi perilaku struktur di bawah pembebanan. Karakteristik material ASTM A36 dapat dilihat pada tabel berikut :

Sifat Material	Nilai
Modulus Elastisitas (E)	200 GPa (200.000 MPa)
Poisson Ratio	0,26–0,29
Massa Jenis	7.850 kg/m ³

Tegangan Luluh (Yield Strength)	250.0000 MPa
Tegangan Tarik Ultimate	400–550 MPa

2. Metode simulasi yang digunakan yaitu *Finite Element Method* menggunakan *software SolidWorks 2020*.
3. Poros berputar dengan kecepatan tetap dengan kecepatan 350 RPM.

3.3.2. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang memengaruhi, menjadi penyebab perubahan, atau timbulnya variabel terikat (dependen) dalam suatu penelitian atau eksperimen. Variabel ini dapat dimanipulasi atau diubah secara sengaja oleh peneliti untuk melihat pengaruhnya. Sering disimbolkan sebagai variabel X, variabel ini berdiri sendiri dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain dalam kerangka penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Beban dinamis yang dibebankan pada poros dan bilah pengaduk yaitu kacang tanah kering berat 3 kg.
2. Beban oleh bilah pengupas terhadap poros.
3. Beban oleh *pulley* yang tersambung pada poros.

3.3.3. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah faktor yang diukur, diamati, dan dipengaruhi oleh variabel bebas dalam sebuah penelitian. Variabel ini bertindak sebagai

hasil, efek, atau respons (output) dari perlakuan variabel bebas (variabel X). Variabel terikat sering disebut sebagai variabel terpengaruh atau kriteria.. Variabel terikat pada penelitian ini adalah :

1. Nilai tegangan poros bilah pengupas.
2. Nilai Momen Lentur (*Bending Moment*)
3. Nilai *safety factor* poros bilah pengupas.
4. *Displacement* (perubahan bentuk/lendutan) poros bilah pengupas.

3.4. Komponen Beban

Untuk melakukan perhitungan secara teoritis dan simulasi pada poros dan bilah pengupas maka perlu diketahui terlebih dahulu beban-beban yang bekerja. Komponen beban yang bekerja pada mesin pengupas kulit kacang antara lain beban dari kacang dan beban dari komponen mesin yang terhubung pada poros. Untuk rincian komponen beban dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 5. Komponen Beban

Komponen Beban	Berat
Kacang	3 kg
Pulley (Alumunium)	2,86 kg
Bilah Pengupas Kulit Kacang	1,62 kg

Beban pada tabel diatas merupakan beban statis, sedangkan gaya yang bekerja pada poros dan bilah pengupas kulit kacang adalah beban dinamis, sehingga perlu perhitungan untuk mencari beban dinamis yang bekerja berupa gaya sentrifugal mnggunakan perhitungan matematis pada BAB 2.

3.4.1. Menghitung Torsi yang Bekerja

Torsi yang bekerja dihitung menggunakan persamaan 2.2

Pada bilah pengupas kulit kacang :

$$T = F \times r$$

Diketahui :

$F = 3 + 1,62$ (massa kacang dan bilah pengupas kulit kacang) = 4,62 Kg = 45,32 Nm

$r = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$ (Panjang lengan bilah pengupas kulit kacang)

$$T = 45,32 \times 0,15 = 6,798 \text{ Nm}$$

Pada *pulley* penggerak :

$$T = F \times r$$

Diketahui :

$F = 2,86 \text{ Kg} = 28,06 \text{ N}$ (massa pulley penggerak)

$r = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$ (jari-jari pulley) = 10

$$T = 28,06 \times 0,12 = 3,367 \text{ Nm}$$

3.4.2. Menghitung Momen Inersia

Momen inersia yang terjadi pada poros dan bilah pengupas kulit kacang dapat dihitung menggunakan persamaan 2.4.

$$I = \frac{\pi \times d^4}{64}$$

Diketahui diameter poros adalah 2,5 cm = 0,025 m

$$I = \frac{\pi \times 0,025^4}{64}$$

$$I = \frac{0,01226}{64}$$

$$I = 0,000192 \text{ m}^4$$

3.4.3. Menghitung Gaya Sentrifugal (Beban Dinamis)

Untuk menghitung gaya sentrifugal dapat menggunakan perhitungan 2.6.

Gaya sentrifugal pada poros oleh bilah pengupas :

$$F_{\text{sent}} = m \times r \times \omega^2$$

Diketahui :

Massa kacang = 3 kg

Massa bilah pengupas = 1,62 kg

Massa total = 4,62 kg

$r = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$

$\omega = 350 \text{ Rpm}$

$$= \frac{350 \times 2 \times \pi}{60} \text{ rad/s}$$

$$= \frac{350 \times 2 \times 3,14}{60} = \frac{2198}{60}$$

$$= 36,64 \text{ rad/s}$$

$$F_{\text{sent}} = 4,62 \times 0,15 \times 36,64^2$$

$$= 930,5 \text{ N}$$

Gaya sentrifugal pada poros oleh pulley :

$$F_{\text{sent}} = m \times r \times \omega^2$$

Diketahui :

$$\text{Massa pulley} = 2,86 \text{ kg}$$

$$r_{\text{pulley}} = 12 \text{ cm} = 0,12$$

$$\omega = 350 \text{ Rpm}$$

$$= \frac{350 \times 2 \times \pi}{60} \text{ rad/s}$$

$$= \frac{350 \times 2 \times 3,14}{60} = \frac{2198}{60}$$

$$= 36,64 \text{ rad/s}$$

$$F_{\text{sent}} = 2,86 \times 0,12 \times 36,64^2$$

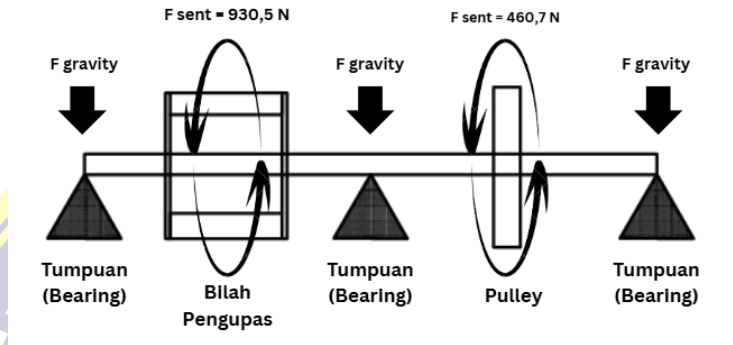
$$= 460,7 \text{ N}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui komponen beban yang bekerja pada poros bilah pengupas kulit kacang, selanjutnya untuk mengetahui letak dari pembebanan dapat diketahui melalui *free body diagram*.

3.5. **Free Body Diagram**

Free Body Diagram (FBD) adalah diagram yang digunakan untuk menggambarkan semua gaya dan momen yang bekerja pada suatu benda atau sistem yang diisolasi dari lingkungannya. Dalam FBD, setiap gaya seperti gaya berat, gaya normal, gaya gesek, maupun gaya luar lainnya

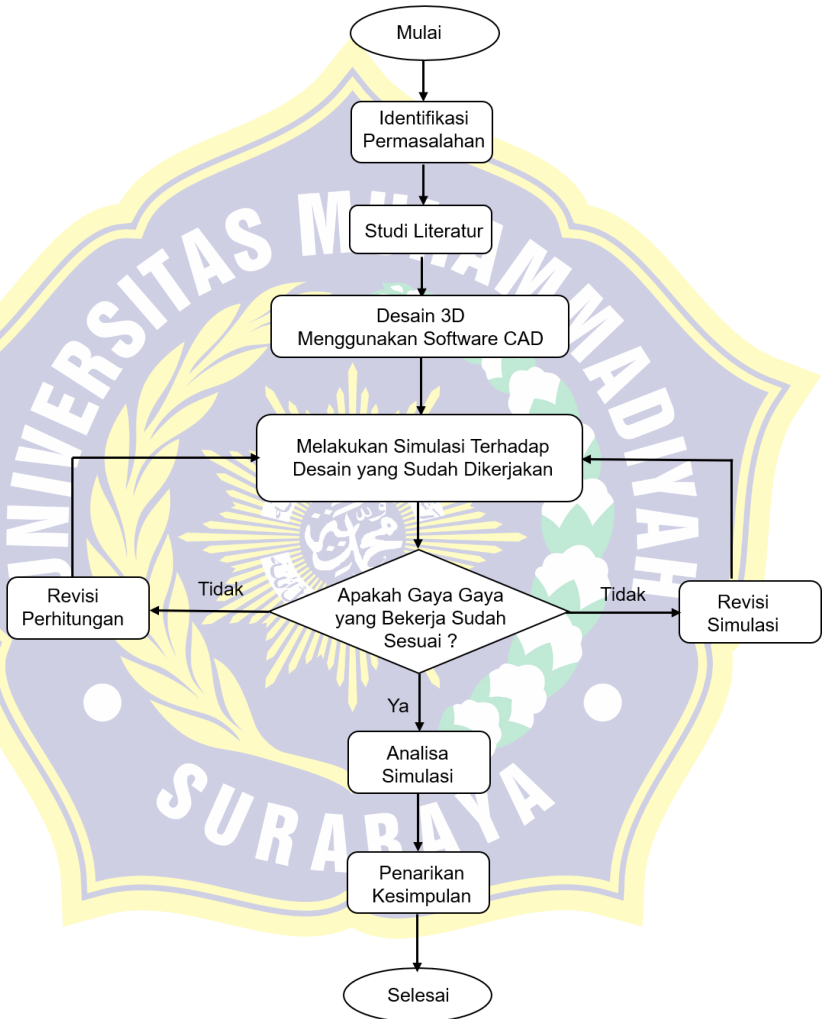
ditunjukkan dengan arah dan besarnya, sehingga memudahkan analisis keseimbangan atau gerak benda. Free Body Diagram pada bilah mesin pengupas kulit kacang adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 6. Free Body Diagram

3.6. Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah Diagram alir yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini :



3.7. Tahapan Penelitian

Beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

3.7.1. Perhitungan Secara Teoritis

Perhitungan secara teoritis dilakukan sebagai pembanding dengan yang dihasilkan melalui simulasi perangkat lunak simulasi.

Beberapa perhitungan teoritis yang dilakukan pada penelitian ini yaitu :

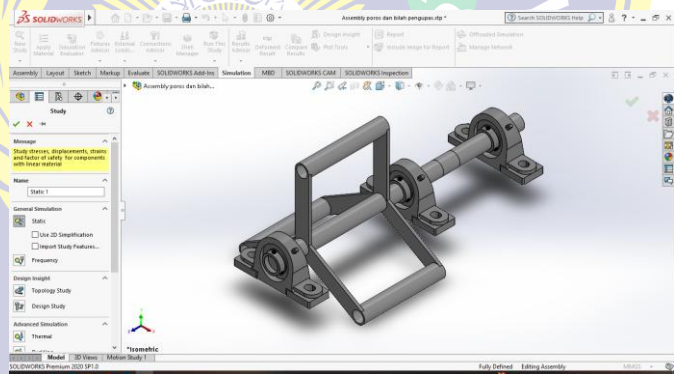
1. Nilai Tegangan dan Regangan poros bilah pengupas mesin pengupas kulit kacang. Secara matematis, tegangan geser dapat dihitung menggunakan persamaan 2.4.
2. Nilai *Von mises*
Secara matematis untuk mengetahui tegan *von mises* untuk kondisi tegangan tiga dimensi dapat menggunakan persamaan (2.5).
3. Nilai Momen Lentur (Bending Momen)
Momen lentur muncul karena adanya gaya radial yang bekerja pada elemen poros dengan jarak yang tegak lurus terhadap titik tumpuan. Secara matematis momen lentur dapat dihitung menggunakan persamaan (2.6).
4. Safety Factor
Safety Factor (Faktor Keamanan) adalah perbandingan antara kekuatan maksimum suatu material atau komponen dengan beban kerja yang diterima saat operasi. Faktor keamanan digunakan untuk memastikan suatu struktur atau

komponen tetap aman ketika menerima pembebanan.

Secara matematis Safety Factor dapat dihitung menggunakan persamaan (2.3).

3.7.2. Permodelan Tiga Dimensi

Sebelum melakukan simulasi terlebih dahulu harus membuat desain benda kerja, dalam penelitian tugas akhir ini desain poros dan bilah pengupas kulit kacang. *Software* yang digunakan untuk melakukan perancangan pada penelitian tugas akhir ini yaitu *SolidWorks 20*. Pemodelan dilakukan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* untuk mendapatkan bentuk geometri komponen sesuai dengan desain yang direncanakan.



Gambar 3. 1. Permodelan Tiga Dimensi

3.7.3. Proses Pembebanan dan Simulasi

Setelah model komponen dibuat, dilakukan analisis pembebanan menggunakan fitur simulasi pada *SolidWorks 20*. Pada tahap ini diberikan

beban kerja sesuai dengan kondisi operasi mesin untuk mengetahui distribusi tegangan, deformasi, serta nilai faktor keamanan (*Factor of safety*) pada komponen yang dianalisis. Beberapa tahapan simulasi yang akan dilakukan yaitu :

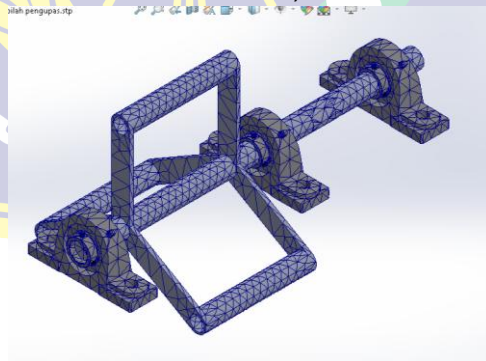
1. *Meshing*

Pada simulasi poros dan bilah pengupas kulit kacang menggunakan distribusi otomatis dengan *mesh type triangle* dan *mesh parameters blended curvature based mesh. Blended Curvature-Based*

Untuk melakukan validasi hasil simulasi pada penelitian ini maka dilakukan sebanyak tiga kali percobaan pada tiap beban dengan tingkat *mesh density* yang berbeda yaitu :

a. *Coarse*

Coarse meshing pada *SolidWorks* adalah jenis pengaturan *mesh* dengan ukuran elemen yang lebih besar dan jumlah elemen yang lebih sedikit pada proses simulasi, khususnya pada analisis menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*).

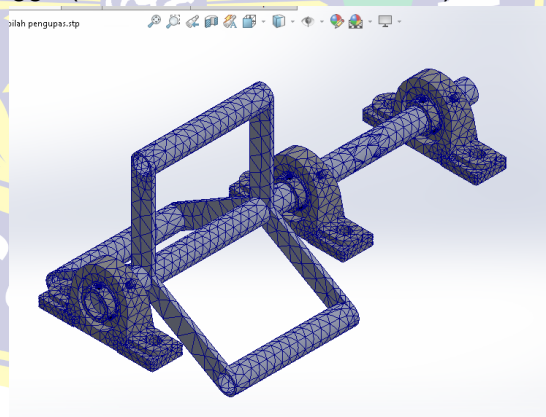


Gambar 3. 2. hasil *coarse mesh*

Mesh Details	
Study name	Static 1 (-Default-)
Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used	Blended curvature-based mesh
Jacobian points for High quality mesh	16 points
Max Element Size	45,7028 mm
Min Element Size	9,14057 mm
Mesh quality	High
Total nodes	21876
Total elements	11436
Maximum Aspect Ratio	827,78
Percentage of elements with Aspect Ratio < 3	58,4
Percentage of elements with Aspect Ratio > 10	7,29
% of distorted elements (Jacobian)	0
Number of distorted elements	0
Remesh failed parts with incompatible mesh	0/1
Time to complete mesh(hh:mm:ss)	00:00:44
Computer name	ADMINISTRATOR

b. Medium

Medium mesh pada *SolidWorks* adalah pengaturan *mesh* dengan ukuran elemen sedang, yaitu berada di antara *coarse mesh* dan *fine mesh* pada proses simulasi metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*).



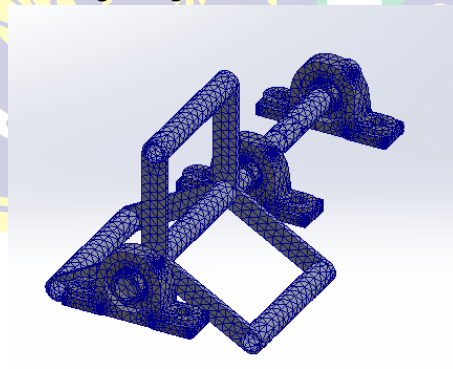
Gambar 3. 3. Hasil *Medium Mesh*

Mesh Details	
Study name	Static 1 (Default)
Mesh type	Solid Mesh
Meshes Used	Blended curvature-based mesh
Jacobian points for High quality mesh	16 points
Max Element Size	19.0429 mm
Min Element Size	3.80857 mm
Mesh quality	High
Total nodes	36615
Total elements	20063
Maximum Aspect Ratio	819.29
Percentage of elements with Aspect Ratio < 3	75.6
Percentage of elements with Aspect Ratio > 10	3.8
% of distorted elements (Jacobian)	0
Number of distorted elements	0
Remesh failed parts with incompatible mesh	Off
Time to complete mesh(hh:mm:ss)	00:00:47
Computer name	ADMINISTRATOR

c. *Fine*

Fine mesh pada *SolidWorks* adalah pengaturan *mesh* dengan ukuran elemen sangat kecil dan jumlah elemen yang lebih banyak pada proses simulasi metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*).

Fine mesh digunakan untuk memperoleh hasil simulasi yang lebih akurat karena model dibagi menjadi elemen-elemen kecil sehingga distribusi tegangan, deformasi, dan regangan dapat dihitung dengan lebih detail.



Gambar 3. 4. hasil *fine mesh*

Mesh Details	
Study name	Static 1 (-Default-)
Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used	Blended curvature-based mesh
Jacobian points for High quality mesh	16 points
Max Element Size	9,52143 mm
Min Element Size	1,90429 mm
Mesh quality	High
Total nodes	58669
Total elements	33044
Maximum Aspect Ratio	173,55
Percentage of elements with Aspect Ratio < 3	87,6
Percentage of elements with Aspect Ratio > 10	1,94
% of distorted elements (Jacobian)	0
Number of distorted elements	0
Remesh failed parts with incompatible mesh	Off
Time to complete mesh(hh:mm:ss)	00:00:56
Computer name	ADMINISTRATOR

2. Pemberian beban

Pada proses simulasi ada beberapa tahap sehingga mendekati dengan permasalahan sebenarnya, pada poros akan terjadi beban torsi yang ditransmisikan oleh pulley,

3.7.4. Analisa Hasil Simulasi

Hasil simulasi yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui apakah komponen yang dirancang mampu menahan beban yang bekerja. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan maksimum, deformasi yang terjadi, serta nilai faktor keamanan pada bilah pengupas kulit kacang dan poros utama.

3.7.5. Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir adalah menarik kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan. Kesimpulan ini bertujuan untuk menentukan apakah desain komponen mesin pengaduk telah memenuhi standar kekuatan dan aman digunakan dalam proses pengupasan.