

## BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zulfikar dkk, (2018) telah menggunakan *software* ANSYS APDL 15.0 untuk keperluan simulasi pembebanan pada beberapa benda. Kekuatan batang penahan rem belakang sepeda motor telah diteliti dan hasilnya diperlukan struktur penguat tambahan pada ikatan batang tersebut dengan rumah rem. Penelitian mengenai analisis kekuatan struktur rangka mesin pengering bawang menggunakan perangkat lunak ANSYS APDL 15.0 dikemukakan oleh Soyfan dkk, (2019) dalam penelitian ini, perhitungan MEH dikerjakan dengan bantuan *software* Ansys APDL 15.0. Beban input berasal dari berat tray dan bawang yang akan dikeringkan. Metode analisis menggunakan MEH dengan jenis analisa structural dan jenis elemen Beam 3Node 189. Berdasarkan hasil simulasi MEH, tegangan maksimum yang terjadi pada tray ialah 1,22 MPa dan defleksi maksimum ialah 0,0055 mm. Tegangan maksimum pada struktur dudukan tray ialah 33,25 MPa dan defleksi maksimum 0,014 mm. Tegangan maksimum pada struktur rangka mesin pengering bawang ialah 0,89 MPa dan defleksi maksimum 0,000235 mm yang terjadi pada bagian tengah struktur mesin. Berdasarkan teori Tresca dan Energi Distorsi, diperoleh bahwa tegangan yang terjadi masih jauh dari kriteria kegagalan struktur. Demikian juga dengan defleksi yang terjadi adalah sangat kecil sehingga konstruksi mesin pengering bawang aman dipergunakan.

Selanjutnya, Harahap (2020) dalam penelitiannya mengenai simulasi pembebanan pada *shackle* menggunakan perangkat lunak ANSYS APDL 15.0 berdasarkan hasil simulasi MEH, tegangan maksimum yang terjadi pada pin ialah 29,864 MPa dan defleksi maksimum ialah 0,0026 mm. Tegangan maksimum pada *shackle* ialah 76,02 MPa dan defleksi maksimum ialah 0,1881 mm. Berdasarkan teori Tresca dan Energi Distorsi, diperoleh bahwa tegangan yang terjadi masih jauh dari kriteria kegagalan struktur. Demikian juga dengan defleksi yang terjadi sangat kecil sehingga *shackle* aman digunakan.

## 2.2 Kekuatan Struktur Poros Mesin

Afolabi dkk, (2019) menjelaskan bahwa ketahanan struktur poros mesin dapat didefinisikan sebagai keterampilan struktur untuk mempertahankan kinerja mekanis selama masa pakainya. Oleh sebab itu, ada hubungan erat antara daya tahan dan keamanan. Kegagalan struktural terutama disebabkan oleh banyak statis dan kelelahan pada poros mesin. Menurut Aguswansyah (2019) ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam perancangan poros, seperti : kelelahan, benturan dan juga dampak konsentrasi tegangan jika memakai poros bertangga maupun pemakaian alur pasak pada sebuah poros. Perancangan poros harus benar-benar aman sehingga dapat menahan beban-beban yang ada.

## 2.3 Poros Mesin

Afolabi dkk, (2019) menyebutkan, poros merupakan komponen utama yang meneruskan gerakan melingkar dari puli yang berasal dari motor ke *hammer mill* pada mesin, yang dapat menyebabkan keretakan pada *hammer mill* dan mur. Poros merupakan suatu elemen pada mesin yang memiliki bentuk silindrel pejal yang berguna untuk meneruskan daya dan tempat kedudukan elemen (*sprocket, pulley, kopling, dan gear*). Sebagai elemen penerus dan juga putaran dari suatu penggerak mesin (Aguswansyah, 2019). Lebih lanjut ia juga menjelaskan mengenai jenis-jenis poros :

a. Berdasarkan pembebanannya

### 1. Poros transmisi (*transmission shafts*)

Poros transmisi dapat mengalami beban lentur dan beban puntir berulang secara bergantian maupun bersamaan. Pada poros transmisi, daya bisa disebarkan melalui *belt pulley, gear, sprocket* rantai, dll.



Gambar 2. 1 Poros transmisi

(Sumber : <https://www.pngdownload.id/png-4vfg23/>)

## 2. Poros Gandar

Poros gandar yaitu poros yang diletakkan disela-sela roda kereta barang. Poros gandar hanya mendapat beban lentur dan tidak menerima beban puntir.



Gambar 2. 2 Poros Gandar

(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Genuine-Rear-Axle-Shaft-for-ISUZU-323913648.html>)

## 3. Poros spindle

Poros *spindle* adalah poros transmisi yang terbilang pendek. Pada poros utama mesin perkakas yang beban utamanya adalah beban puntiran. Selain beban puntiran, poros *spindle* juga menerima beban lentur (*axial load*).



Gambar 2. 3 Poros spindle

(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Spindle-Shaft-Threaded-Shaft-Machining-Parts-60467896284.html>)

### b. Berdasarkan bentuknya

1. Poros lurus.
2. Poros engkol sebagai penggerak utama pada silinder mesin.

Aguswansyah (2019) juga menjelaskan mengenai sifat-sifat poros, diantaranya adalah :

#### a. Kekuatan poros

Poros transmisi hendak menerima beban lentur (*bending moment*) ataupun beban puntir (*twisting moment*). Namun terkadang poros

transmisi juga menerima keduanya. Maka dari itu diperlukan kekuatan pada poros dalam proses penerimaan beban.

b. Kekakuan poros

Ketidak telitian pada mesin perkakas, getaran mesin dan suara (*noise*) merupakan akibat dari lenturan atau defleksi yang terlalu besar walaupun sebuah poros memiliki kekuatan yang dirasa aman untuk menahan beban. Oleh sebab itu, perlu diperhatikannya kekakuanporos sesuai dengan jenis atau model mesin yang dayanya akan ditransmisikan dengan poros.

c. Putaran kritis

Getaran pada mesin terjadi jika putaran mesin dipercepat. Putaran kritis merupakan batasan antara putaran mesin yang memiliki jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menyebabkan getaran tinggi contohnya pada motor bakar, motor listrik, turbin dan lainnya. Dengan getaran tinggi tentu akan menimbulkan efek kerusakan pada poros dan bagian lain. Oleh karenanya dalam perancangan poros harus dipertimbangan putaran kerja dari poros.

d. Korosi

Korosi pada poros diakibatkan karena terjadinya kontak langsung antara fluida korosif terhadap poros contohnya pada *propeller shaft* yang terdapat dalam pompa air. Pemilihan bahan-bahan poros dengan menggunakan plastik dapat menjadi pilihan karena dapat tahan terhadap korosi.

## 2.4 Faktor Keamanan

Menurut Hendriyanto (2015) faktor Keamanan pada awalnya didefinisikan sebagai suatu bilangan pembagi kekuatan ultimate material untuk menentukan “tegangan kerja” atau “tegangan design”. Perhitungan tegangan design ini pada jaman dulu belum mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti impak, fatigue, dan lain-lain, sehingga faktor keamanan nilainya cukup besar yaitu sampai 20-30. Dalam “modern engineering practice” , faktor keamanan dalam design harus mempertimbangkan hampir semua faktor yang mungkin meningkatkan terjadinya kegagalan. Factor keamanan merupakan hasil perbandingan dari tegangan luluh sesungguhnya terhadap tegangan maksimum yang terjadi,

*Faktor Keamanan*

$$= \frac{\text{Tegangan Luluh}}{\text{Tegangan Maksimum ( yang terjadi )}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Menurut Hendriyanto (2015) beberapa referensi juga mendefinisikan faktor keamanan sebagai perbandingan antara “*design overload*” dan “normal load”. Penentuan nilai numerik faktor keamanan sangat tergantung pada berbagai parameter dan pengalaman. Parameter-parameter utama yang harus diperhatikan adalah jenis material, tipe dan mekanisme aplikasi beban, keadaan diberi tegangan, jenis komponen dan lain- lain, sehingga tabel dapat dilihat seperti dibawah ini,

No	Faktor Keamanan	Parameter dan tingkatan Ketidakpastian
1.	1,25-1,5	Data material yang sangat akurat dan andal, jenis pembebanan yang pasti, metoda perhitungan tegangan yang akurat
2.	1,5 - 2	Data Material yang cukup baik, kondisi lingkungan yang stabil, dan beban serta tegangan yang terjadi dapat dihitung dengan baik.
3.	2,0 – 2,5	Average material, komponen dioperasikan pada lingkungan normal, beban dan tegangan dapat dihitung dengan material
4.	2,5 -3	Untuk material yang datanya kurang baik, atau material getas dengan pembebanan, dan lingkungan rata-rata
5.	3 -4	Untuk material yang belum teruji, dengan pembebanan, dan lingkungan rata-rata. Angka ini juga disarankan untuk material yang teruji dengan baik, tetapi kondisi lingkungan dan pembebanan tidak dapat ditentukan dengan pasti

Tabel 2. 1 Faktor keamanan, parameter dan tingkat ketidakpastian

(Sumber : Aaron D.Deutschman, *Machine Design*, 1975)

## 2.5 Tegangan dan Analisa Gaya

Menurut Hendriyanto (2015) salah satu masalah fundamental dalam mechanical engineering adalah menentukan pengaruh beban pada komponen mesin atau peralatan. Intensitas gaya dalam pada suatu benda didefinisikan sebagai tegangan (stress). Untuk menjaga prinsip kesetimbangan, tentu pada penampang tersebut terdapat gaya-gaya dalam yang bekerja.

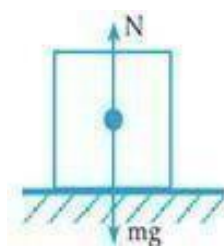
Tegangan bisa diartikan sebagai gaya per satuan luas. Ketika sebuah gaya diberikan kepada sebuah benda. Tegangan adalah perbandingan antara besar gaya terhadap luas dimana gaya tersebut dikenakan. Jika gaya yang dikenakan tegak lurus dengan permukaan benda, maka terjadi tegangan normal. Jika gaya yang dikenakan berarah tangensial terhadap elemen luasan benda, maka terjadi tegangan geser. Jika gaya tersebut tidak tegak lurus maupun paralel terhadap permukaan benda, maka gaya tersebut dapat diuraikan dalam komponen normal dan tangensial.

Pada konstruksi kerangka mesin 3 in 1 pembuat kerupuk sermier mendapat beban dari atas, dimana beban tersebut akan menimbulkan gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi tersebut.

Gaya tersebut antara lain meliputi:

- Gaya berat dari konstruksi sendiri,
- Gaya berat komposisi pelet ikan yang di olah, dan
- Gaya beban angkat

Untuk beban merata, arah beban boleh searah dengan koordinat sumbu global atau searah dengan koordinat sumbu lokal. Dalam tugas akhir ini koordinat yang dipakai adalah untuk x arah positif ke arah kanan, sedangkan untuk y positif menembus bidang kertas dan untuk z positif keatas. Selain beban karena beratnya sendiri dan beban merata searah sumbu y positif, terdapat gaya dari getaran.



Gambar 2. 4 Bidang kerja gaya normal

(Sumber : : <http://cpengertian.blogspot.com/2013/01/menggeser-dan-mengguling-penjelasan-dan.html>)

Sehingga persamaan Hk. Newton 1 dapat dinotasikan seperti dibawah ini :

Umumnya gaya – gaya yang bekerja pada luasan sangat kecil pada penampang tersebut bervariasi dalam besar maupun arah. Gaya dalam merupakan resultan dari gaya – gaya pada luasan sangat kecil ini. Intensitas gaya

menentukan kemampuan suatu material terutama dalam memikul beban, disamping itu mempengaruhi sifat-sifat kekakuan maupun stabilitas. Intensitas gaya dan arahnya yang bervariasi dari titik ke titik dinyatakan sebagai tegangan. Karena perbedaan pengaruhnya terhadap material struktur, biasanya tegangan diuraikan menjadi komponen yang tegak lurus dan sejajar dengan arah potong suatu penampang.

Tegangan merupakan perbandingan antara gaya tarik atau tekan yang bekerja terhadap luas penampang benda. Seperti persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :  $\sigma$  = tegangan ( N/mm<sup>2</sup> )

F = gaya tekan atau tarik (N)

A = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

## 2.6 Kestimbangan Benda Tegar

Benda tegar adalah benda yang tidak mengalami perubahan bentuk akibat pengaruh gaya atau momen gaya. Sebenarnya benda tegar hanyalah suatu model idealisasi. Karena pada dasarnya semua benda akan mengalami perubahan bentuk apabila dipengaruhi oleh suatu gaya atau momen gaya. Namun, karena perubahannya sangat kecil, pengaruhnya sehingga dapat diabaikan.

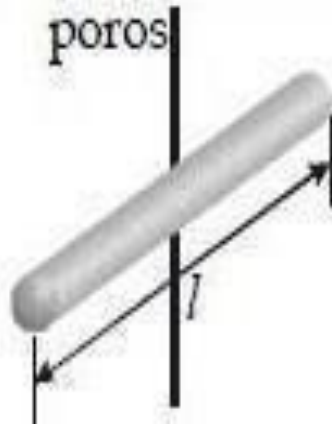
Sesuai hukum I Newton, kestimbangan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu kestimbangan statis (kestimbangan benda ketika dalam keadaan diam) dan kestimbangan dinamis (kestimbangan benda ketika bergerak dengan kecepatan konstan). Pada tugas akhir ini akan membahas kestimbangan statis yang terjadi pada partikel maupun pada benda tegar. Pada kerangka mesin pembuat kerupuk sermier tersebut memiliki kestimbangan benda tegar yang statis karena kecilnya gerakan maka diasumsikan tidak memiliki gerakan.

## 2.7 Momen Inersia

Momen Inersia merupakan ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya. Besaran ini adalah analog rotasi daripada massa. Momen inersia berperan dalam dinamika rotasi seperti massa dalam dinamika dasar, dan menentukan hubungan antara momentum sudut dan kecepatan sudut, momen

gaya dan percepatan sudut, dan beberapa besaran lain. Dalam penelitian ini, momen inersia terhadap batang silinder dibedakan menjadi dua, antara lain :

1. Batang silinder, poros melalui pusat



Gambar 2. 5 Batang silinder, poros melalui pusat

(Sumber : Rumus Hitung, 2017, Rumus momen inersia, <https://rumushitung.com/2017/08/26/rumus-momen-inersia/>)

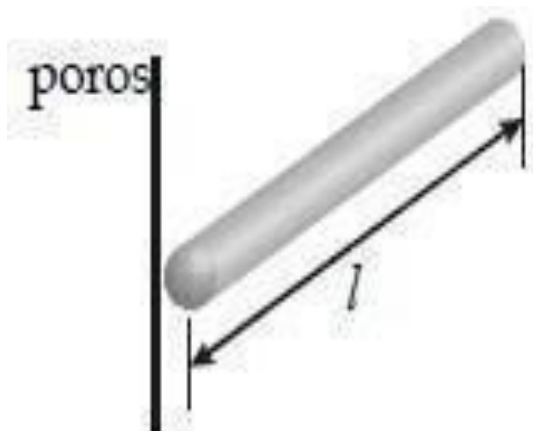
$$I = \frac{M}{L}$$

Dimana : I= Momen Inersia (mm<sup>4</sup>)

L= Panjang batang silinder (mm)

M= Massa benda (kg)

2. Batang Silinder, poros melalui Ujung



Gambar 2. 6 Batang Silinder, poros melalui Ujung

(Sumber : Rumus Hitung, 2017, Rumus momen inersia, <https://rumushitung.com/2017/08/26/rumus-momen-inersia/>)



## 2.8 Mesin Pengolah Bambu

Kholiluloh (2012) menjelaskan bahwa mesin pengerajin bambu merupakan salah satu alat yang tepat yang dapat berfungsi untuk mempecepat dan membantu mempermudah pekerjaan manusia, terutama pada pengerajin bambu. Selain itu mesin pembelah bambu dapat mengolah bambu dengan lebih efektif karena mampu meringankan pekerjaan para pengerajin. Terlebih jika disuatu wilayah proses pengolahan bambu masih menggunakan cara yang tradisional yang tentu kurang efektif dan menambah biaya produksi. Maka adanya mesin pengolah bambu sangat diperlukan. Jika dibandingkan pengolahan bambu secara tradisional dengan pemanfaatan mesin pengolah bambu maka mesin pengolah bambu lebih meningkatkan efektifitas kerja hingga 98% (Argawinata, 2017).

## 2.9 ANSYS WORKBENCH 2022 R1

Menurut Darianto, Umroh dan Amrinsyah (2018) ANSYS merupakan perangkat lunak pada komputer khusus *engineering* yang dapat memberi penyelesaian terhadap persoalan elemen sampai dengan pemodelan dan analisisnya. Harahap (2020) juga menjelaskan ANSYS dapat dipakai guna mensimulasikan aspek disiplin ilmu fisika (statis dan dinamis, analisis struktural, dinamika fluida, perpindahan panas, dan elektromagnetik). Zulfikar (2018) menyebutkan ANSYS merupakan perangkat lunak komputer yang dapat membantu dalam penyelesaian persoalan elemen dari pemodelan sampai dengan analisis. Perangkat lunak ANSYS mengimpor data CAD untuk membentuk geometri dengan kemampuan yang "*preprocessing*". Selanjutnya dalam *preprocessor* yang sama, elemen sampai model (jaring alias) diperlukan sebagai perhitungan. Kemudian hasil dapat dilihat sebagai data numerik dan grafis setelah melakukan pendefinisian beban dan membuat analisis (Sofyan, dkk., 2019). Selebihnya menurut Rahmawati (2015) dari analisis ANSYS akan diperoleh hasil berupa pendekatan dengan analisis numerik. Cara memecahkan model dan proses penggabungannya tergantung pada ketelitian individu.

Metode elemen hingga (*finite element methods*) adalah sebuah metode penyelesaian permasalahan teknik yang menggunakan pendekatan dengan membagi-bagi (*diskritisasi*) benda yang akan dianalisa kedalam bentuk elemen-

elemen yang berhingga yang saling berkaitan satu sama lain. Permasalahan teknik biasanya didekati dengan sebuah model matematik yang berbentuk persamaan differential.

Setiap model matematik tersebut memiliki persamaan- persamaan matematik lainnya yang ditentukan berdasarkan asumsi dan kondisi aktual yang disebut kondisi batas (boundary condition).

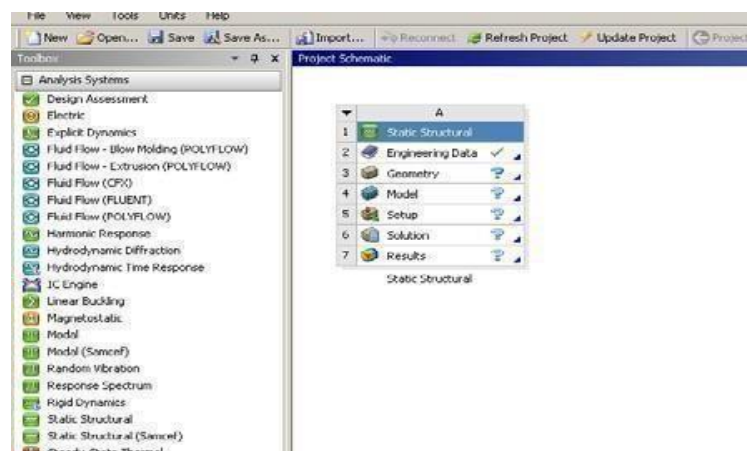


Gambar 2. 7 Logo Software Ansys

(Sumber : : [3h0T http://www.system-tray-cleaner.com/systray/htm/wiki/images/01493e96b20d8f7490bcf6316a652135.png](http://www.system-tray-cleaner.com/systray/htm/wiki/images/01493e96b20d8f7490bcf6316a652135.png))

Metode elemen hingga dilakukan dengan menggunakan software Ansys Workbench. Ansys Workbench adalah salah satu perangkat lunak berdasarkan metode elemen hingga yang dipakai untuk menganalisa masalah-masalah rekayasa (engineering). Secara umum, untuk melakukan analisa struktur. Tahap - tahap pengerjaan terbagi dalam 5 langkah yaitu,

1. Engineering data/ material properties
2. Geometri
3. Meshing/Model
4. Pembebanan dan Analisa
5. Hasil



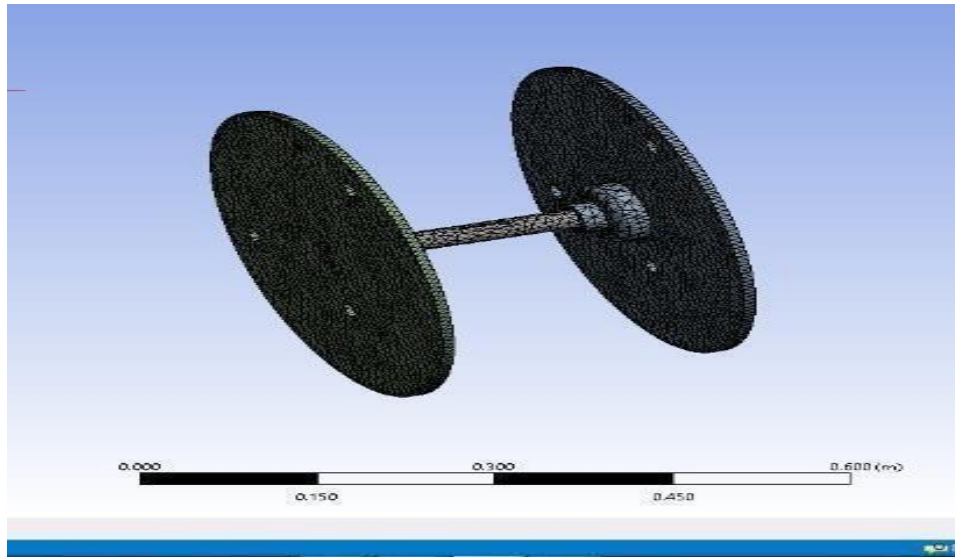
Gambar 2. 8 Tahap Pengerjaan

Ansys Workbench tentunya juga dapat berintegrasi dengan perangkat lunak CAD sehingga memudahkan penggunaan dalam membangun model geometri dengan berbagai perangkat lunak CAD. Beberapa perangkat lunak tersebut adalah Catia dan Solidwork bahkan AutoCad 3D. Selain itu, kita dapat memilih material berdasarkan kondisi sebenarnya. Dalam pemilihan material ini, perlu untuk mengetahui secara filosofis, misal dari aturan standar dan kode seperti ASTM untuk material, API, AISI, dll. karena dari standar tersebut akan diketahui kekuatan material, faktor safety dsb. Pada Ansys Workbench dapat melakukan beberapa simulasi yang berbeda seperti struktural, thermal, mekanika fluida, analisis elektromagnetik, dll. atau bahkan gabungan analisis seperti thermal dengan struktur atau lainnya sehingga lebih sering dikenal dengan finite element multiphysics.

## 2.10 Meshing

Proses *meshing* merupakan pembagian model sehingga menjadi elemen – elemen yang lebih kecil. Meshing ini biasanya dilakukan saat sebelum menentukan boundary condition dari sebuah rencana analisa. Apabila semakin kecil nilai meshing maka semakin kecil pula pembagian elemen pada model. Sehingga hasilnya semakin akurat dan sebaliknya untuk nilai meshing yang semakin membesar maka pembagian elemen pada model juga hasilnya akan kurang akurat.

Meshing adalah bagian penting dari analisa. Karena jika meshing kurang baik, maka akan menghasilkan hasil yang berbeda atau tidak mendekati kondisi sebenarnya. Kualitas meshing bisa dikatakan baik apabila memiliki nilai rata – rata antara 0.0 – 0.4 mm, dan dikatakan sedang jika mempunyai nilai rata – rata 0.5 – 0.7 mm, dan dikatakan buruk jika mempunyai nilai rata – rata 0.8 – 1.0 mm. meshing merupakan representasi dari metode elemen hingga. Dalam metode meshing yang dilakukan untuk menganalisa struktur kerangka mesin ini yaitu *hex dominant method*.



*Gambar 2. 9 Contoh hasil meshing*

