

DESAIN DAN SIMULASI BEBAN STATIS PADA SILINDER PUTAR MESIN PENGERING KOTORAN SAPI

M.Dody Indra Gunawan¹, Lathifa Putri Afisna^{2*}, Eko Pujiyulianto³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Institut Teknologi Sumatera

* Email: putri.afisna@ms.itera.ac.id

ABSTRAK

Limbah kotoran sapi seringkali dianggap sebagai limbah yang tidak berguna dan tidak bernilai sama sekali sehingga sering kali dibuang begitu saja. Oleh sebab itu dibutuhkan sebuah cara untuk memanfaatkan limbah kotoran sapi tersebut dengan membuat alat yang dapat mengeringkan kotoran sapi agar dapat digunakan sebagai pupuk kandang kering. Sebelum dibuatnya alat mesin pengering maka diperlukan proses desain dan simulasi untuk mengetahui gambaran dari proses yang akan dialami oleh alat yang akan dibuat. Pembuatan desain dan model alat menggunakan tipe *rotary dryer* yang memanfaatkan putaran dan setelah desain telah selesai maka dilakukan proses permodelan dan simulasi untuk mendapatkan gambaran pada situasi yang diinginkan. Dari proses simulasi didapatkan data dalam bentuk diagram berwarna yang menyatakan nilai kemampuan desain yang disimulasikan. Data tegangan *Von Mises* maksimum pada silinder sebesar 1.719 MPa yang didapatkan pada beban 30 kg berada dibawah nilai *yield strength* material yang sebesar 6.204×10^2 MPa. Data yang didapat menyatakan bahwa model dari desain yang telah dibuat mampu bekerja pada keadaan yang diinginkan.

Kata Kunci: *Rotary Dryer*; Desain; Simulasi

PENDAHULUAN

Limbah peternakan terutama peternakan sapi adalah hal yang sering dianggap sebagai hal yang bernilai sedikit bahkan tak bernilai dan tak bermanfaat. Salah satu dari limbah peternakan adalah kotoran ternak yang sering kali hanya dijadikan sebagai pupuk kandang secara langsung tanpa pengolahan lebih lanjut dan harganya pun relatif rendah [1]. Salah satu pemanfaatan limbah ternak yang dapat meningkatkan nilai dari limbah tersebut adalah dijadikan pupuk. Pupuk yang berasal dari kotoran hewan dan bahan organik lain biasanya disebut dengan pupuk kompos. Selama ini sisa tanaman dan kotoran ternak khususnya belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai pengganti pupuk buatan. Kompos sebenarnya dapat terjadi dengan sendirinya dan diproses oleh alam tetapi membutuhkan sedikit waktu selama prosesnya [2]. Seekor sapi dengan berat 454 kg akan menghasilkan 30 kg limbah *feces* dan *urine* setiap hari. Jumlah tersebut baru hanya untuk satu ekor sapi, jika ada 100 ekor sapi dalam satu peternakan maka akan menghasilkan limbah sebanyak 3 ton per hari [3]. Maka dari itu banyak yang melakukan percobaan maupun penelitian untuk memaksimalkan limbah tersebut agar memiliki nilai guna lebih. Ketersediaan bahan sisa

organik terutama kotoran ternak sangat mudah didapatkan dan dapat terus ada menjadikan sebuah peluang untuk memanfaatkannya sebagai pupuk kompos yang akan berguna bagi pertanian, perkebunan, bahkan untuk perumahan yang memiliki banyak tanaman. Untuk mempersingkat lama proses pembuatan kompos melalui proses alami, maka diperlukan suatu alat yang mampu melakukannya dan dioperasikan dengan mudah dan yang pasti dengan biaya yang terjangkau.

Alat yang dimaksud adalah sebuah alat pengering khusus yang dapat menerima panas dari pembakaran dan meneruskannya ke kotoran sapi sehingga kotoran sapi tersebut dapat menjadi kering. Menggunakan tempat penampungan berupa silinder yang terbuat dari material yang dapat menghantarkan panas dengan baik adalah inti dari alat ini yang berfungsi sebagai tempat dimana kotoran sapi akan dikeringkan sekaligus menjadi media yang menghantarkan panas secara langsung. Pemanfaatan gerak putar juga sangat membantu dalam proses pengeringan agar kotoran sapi tidak menempel pada dinding silinder sekaligus membuat proses pengeringan menjadi lebih cepat dan rata. Gerak putar tersebut dapat dihasilkan oleh motor listrik yang dapat memutar silinder penampungan.

Sistem pengeringan yang sering digunakan ada banyak jenisnya, salah satunya adalah sistem *rotary dryers*. *Rotary dryers* sendiri memiliki beberapa jenis salah satu contohnya adalah *rotary dryers* langsung dan tak langsung terhadap sumber panasnya. Diantara sistem sistem pengeringan yang lain, sistem *rotary dryers* adalah sistem pengeringan yang memiliki biaya perawatan yang relatif lebih murah [4].

Dalam hal perancangan alat, desain dan simulasi adalah bagian yang cukup penting sebagai gambaran atau acuan sebelum membuat alat. Simulasi sendiri akan memberikan gambaran keadaan sesungguhnya dari apa yang akan dialami atau dijalankan oleh alat setelah jadi. Simulasi dapat dilakukan pada *software CAD* dan dapat disesuaikan dengan keadaan yang dibutuhkan. Dengan adanya simulasi dapat memperkecil kemungkinan kegagalan operasi pada alat dan mengurangi terpakainya material tambahan karena sudah diatasi pada proses desain dan simulasi [5].

PENGERINGAN

Pengeringan adalah proses pengurangan kadar air dari sebuah benda padat dengan memanfaatkan panas hingga mencapai titik kadar air tertentu bahkan hingga tidak ada kadar air sama sekali.

Proses pengeringan terjadi karena adanya perbedaan kandungan uap air antara udara dan bahan yang hendak dikeringkan. Secara mekanis pengeringan dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode pengeringan yaitu [6]:

- 1) *Continuous Drying*
- 2) *Batch Drying*

Sedangkan proses pengeringan dapat dikategorikan berdasarkan kondisi pengeringannya menjadi [7]:

- 1) Pengeringan udara
- 2) Pengeringan hampa udara.
- 3) Pengeringan beku.

RUANG BAKAR SEDERHANA

Ruang bakar (*combustor*) adalah alat atau instalasi yang dirancang sebagai tempat pembakaran yang dapat memanaskan sesuatu. Ruang bakar sederhana biasanya terbuat dari material yang bersifat *isolator* yang artinya material tersebut tidak mudah menghantarkan panas. Penggunaan material *isolator* inilah yang menyebabkan udara panas hasil pembakaran

dapat terjebak dan terkumpul untuk diarahkan menuju titik yang ingin dipanaskan [8]. Dalam proses pembakaran dibutuhkan sumber api, bahan bakar, dan udara yang mengandung oksigen, tujuan dari proses pembakaran bahan bakar yaitu untuk menghasilkan energi yang disebut energi panas yang hasilnya dapat dimanfaatkan lagi menjadi energi lain tergantung kebutuhan. Bahan bakar sendiri dibagi menjadi tiga yaitu:

- 1) Bahan bakar nabati
- 2) Bahan bakar Mineral
- 3) Bahan bakar fosil

Penggunaan masing masing bahan bakar tergantung dengan tujuan penggunaan dan dampak yang dihasilkan dari hasil pembakaran bahan bakar tersebut [9].

SOFTWARE SOLIDWORKS

Solidworks adalah salah satu CAD *software* yang dibuat oleh *Dassault Systemes*. *Software Solidworks* digunakan untuk merancang *part* permesianan atau susunan *part* permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* yang akan dibuat. Program yang terdapat pada *Solidworks* dapat mudah dipahami bagi operator pembuat alat untuk mengartikannya menjadi alat yang sebenarnya dan akan mengurangi kesalahan pembacaan gambar yang bisa mengakibatkan kesalahan dalam pembuatan alat [5].

SIMULASI

Simulasi adalah suatu proses dimana benda diuji coba menyerupai keadaan sekeliling benda tersebut. Simulasi digunakan untuk menunjukkan keadaan yang akan dialami oleh suatu benda dan dapat disesuaikan sesuai kebutuhan [5].

CAE

CAE (*Computer Aided Engineering*) dapat ditemui pada *software* yang dapat melakukan simulasi. CAE membutuhkan data berupa gambar CAD untuk melakukan simulasi. CAE dapat menunjukkan keadaan yang diinginkan pada desain dengan tampilan 3D dan pada bermacam keadaan tergantung kebutuhan [10].

FAKTOR KEAMANAN

Faktor keamanan atau *safety factor* (SF) adalah istilah yang menggambarkan

kapasitas atau kemampuan struktural dari suatu bagian yang menerima beban. Nilai *safety factor* sebaiknya lebih besar dari 1,0 jika ingin menghindari kegagalan. Tergantung pada keadaan, nilai *safety factor* yang digunakan antara 1,5 hingga 2,0 [11]. *Safety factor* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$n = \frac{S_y}{\sigma_e} \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

n = *Safety Factor*

S_y = *Yield Strength*

σ_e = Tegangan *Von Mises* Maksimum

Untuk mencari nilai tegangan yang diijinkan pada desain dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_u}{n} \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

$\bar{\sigma}$ = Tegangan yang diijinkan (*allowable stress*)

σ_u = *Ultimate Strength*

n = *Safety Factor*

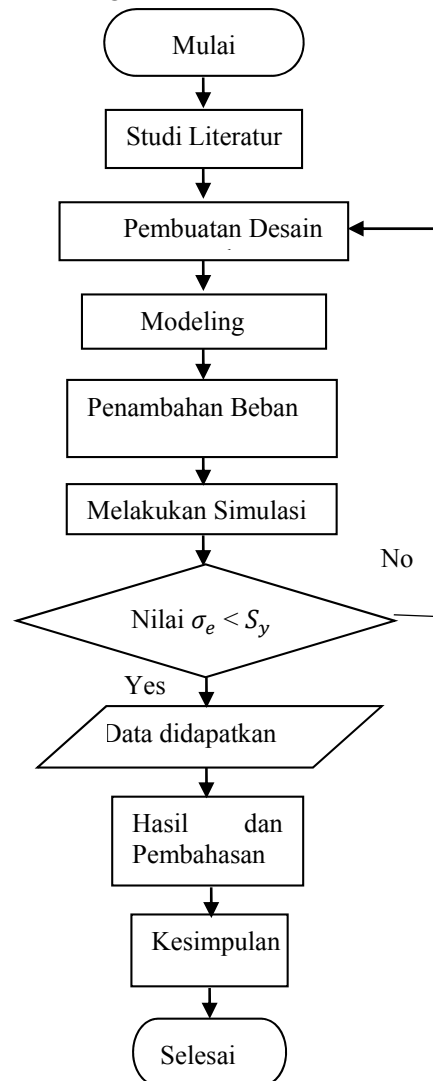
Nilai *safety factor* dan nilai *allowable stress* yang didapat akan membantu dalam menentukan batas keamanan dalam mengoperasikan alat yang telah dibuat nantinya [12].

TEGANGAN PADA SILINDER

Silinder memiliki 3 jenis arah tegangan yang bekerja yaitu tegangan *axial*, tegangan *radial*, dan tegangan *circumferential*. Tegangan *axial* adalah tegangan pada bidang silinder yang memiliki arah tegak lurus dengan arah atau posisi penampang silinder. Tegangan *radial* adalah tegangan yang memiliki arah tegak lurus dengan arah tegangan *longitudinal* yang bekerja pada silinder. Tegangan *hoop* atau bisa disebut tegangan *circumferential* adalah tegangan yang terjadi akibat momen bending dan memiliki arah yang sama dengan permukaan silinder [13].

METODE PENELITIAN

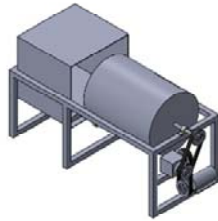
Langkah penelitian ini dapat digambarkan melalui diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari desain akhir yang telah dibuat sebagai berikut



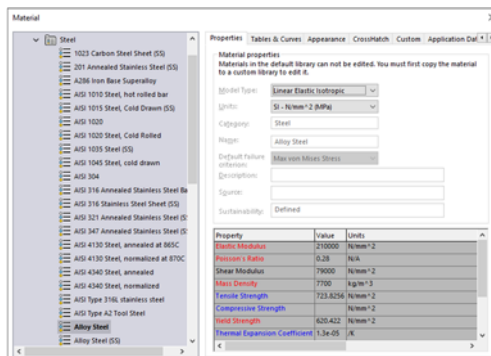
Gambar 1 Desain Akhir Mesin Pengering Kotoran Sapi

PERHITUNGAN ALLOWABLE STRESS

Allowable stress atau tegangan yang diizinkan pada desain dapat dihitung melalui cara berikut.

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_u}{n}$$

melalui material *properties* yang didapatkan pada *Software Solidworks*, untuk material *Alloy Steel* didapat data sebagai berikut.



Gambar 2. Material Properties

dari gambar diatas didapat data *Tensile Strength* (σ_u) bernilai 723.82 N/mm². Pada perhitungan ini nilai *Safety Factor* yang digunakan adalah 1.5 mengacu pada nilai untuk kegagalan suatu material, nilai *Safety Factor* biasanya bernilai mendekati 1.

Maka berdasarkan data diatas, perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut.

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_u}{n} = \frac{723.82 \text{ N/mm}^2}{1.5} = 482.55 \text{ N/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

PERHITUNGAN GAYA PADA BEBAN TERTENTU

Nilai beban yang akan diberikan pada tahap simulasi adalah sebesar 30 kg. Nilai tersebut ditentukan berdasarkan ukuran silinder dan mempertimbangkan daya dari motor listrik dan *gearbox* yang akan mengoperasikan putaran pada silinder. Maka, jika dimasukkan kedalam rumus gaya akan didapatkan nilai sebagai berikut.

$$F = mg = 30 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 = 294.3 \text{ N}$$

PERHITUNGAN LUAS PENAMPANG SILINDER

Luas penampang pada silinder dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut.

$$A = 2\pi r (r + t) = 2\pi \cdot 300 \text{ mm} (300 + 800) \text{ mm} = 2073451.15 \text{ mm}^2$$

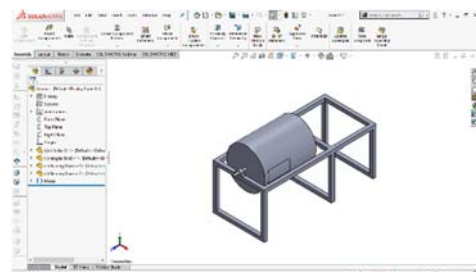
PERHITUNGAN BESAR TEGANGAN YANG TERJADI

Nilai tegangan yang akan diterima oleh silinder dengan beban sebesar 30 kg dan dengan nilai luas penampang yang telah didapatkan, dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut.

$$\sigma_{30} = \frac{F}{A} = \frac{294.3 \text{ N}}{2073451.15 \text{ mm}^2} = 1.41 \times 10^{-4} \text{ Mpa}$$

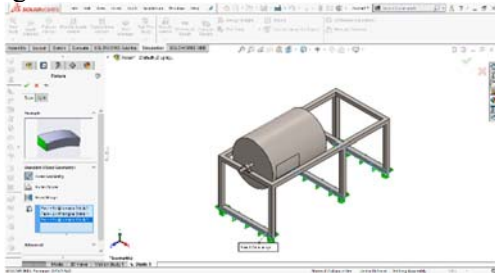
SIMULASI

Tahap simulasi dilakukan dengan *Software Solidworks*, yaitu *software* yang juga digunakan untuk pembuatan desain. Desain silinder dan rangka yang digunakan untuk simulasi adalah sebagai berikut.

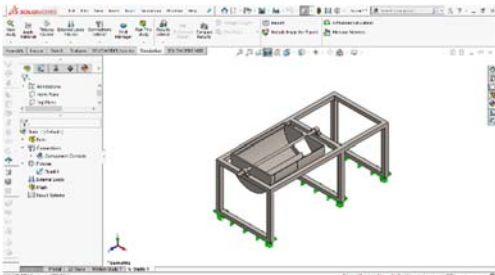


Gambar 3. Persiapan Simulasi

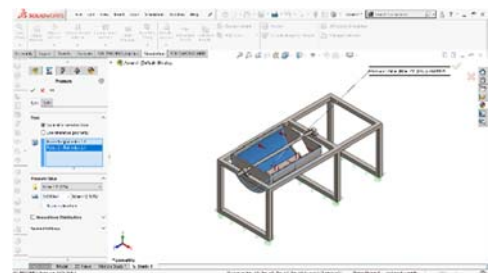
Proses simulasi yang dimulai dari penentuan material, penentuan bagian *fix* dari desain, pemberian jenis dan besar beban, proses penerapan *mesh*, dan hasil simulasi dapat dilihat pada gambar berikut.



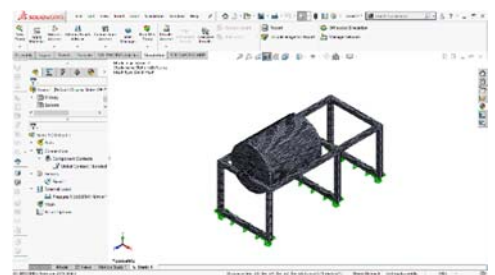
Gambar 4. Pemberian fix part



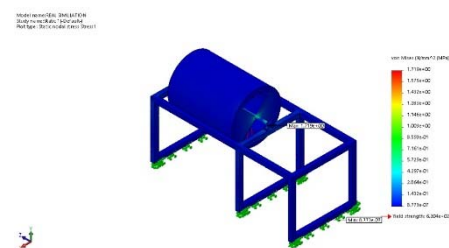
Gambar 5. View Potongan Sillinder



Gambar 6. Pemberian Tekanan



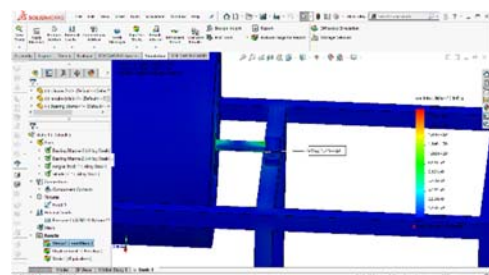
Gambar 7. Tahap Mesh



Gambar 8. Hasil Simulasi

PEMBAHASAN

Dari perhitungan dan proses simulasi yang telah dilakukan dan diperlihatkan diatas, dapat dilihat pada perhitungan nilai tegangan pada pemberian beban 30 kg, nilai tegangan yang didapat adalah sebesar 1.41×10^{-4} Mpa. Nilai tersebut lebih kecil dibanding nilai *allowable stress* yang didapat sebesar 482.55 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa jika desain diberikan beban 30 kg, tidak akan mengalami kegagalan material dan aman untuk menjalankan operasi alat pada beban tersebut serta menjadi batasan maksimum bagi kapasitas alat dalam satu kali operasi. Hal ini mempertimbangkan besar daya yang dihasilkan oleh kombinasi motor listrik dan *gearbox* yang digunakan agar dapat beroperasi dengan optimal. Hasil dari perhitungan juga didukung dengan hasil dari simulasi yang menunjukkan nilai tegangan *Von Mises* maksimum yang terjadi pada silinder sebesar 1.719 MPa. Nilai tersebut memiliki nilai yang lebih kecil dibanding nilai *Yield Strength* material *Alloy Steel* yaitu sebesar 6.204×10^2 MPa. Perbandingan kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa desain silinder dapat dikatakan aman jika diberikan beban sebesar 30 kg. Nilai tegangan *Von Mises* maksimum yang terjadi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 9. Tampak Belakang Hasil Simulasi

Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa nilai tegangan *Von Mises* maksimum yang bernilai 1.719 MPa berada pada bagian poros yang berkontak dengan *bearing* sebagai tumpuannya. Hal tersebut menunjukkan part yang akan gagal paling cepat adalah poros bagian belakang yang akan berkontak langsung dengan udara panas dari mesin pengering. Pada penelitian yang dilakukan oleh Tri Mulyanto [11], dengan mendapatkan nilai tegangan *Von Mises* maksimum dari proses simulasi dapat menyatakan bahwa desain yang telah dibuat aman ketika diberikan perlakuan yang telah ditentukan. Maka atas dasar tersebut desain silinder yang telah dibuat dapat dinyatakan

aman dalam menahan beban sebesar 30 kg saat *static* ataupun saat operasi.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa simulasi desain silinder menggunakan *Software Solidworks* berhasil dilakukan dengan menggunakan proses simulasi *static* dan dalam kondisi terhubung dengan bearing dan rangka yang telah direncanakan. Pada desain silinder dan rangka dinyatakan aman jika diberikan beban hingga 30 kg berdasarkan perhitungan dan simulasi pada *Software Solidworks*. beban yang diberikan mempertimbangkan pergerakan silinder dan kemampuan dari sistem penggerak yang menggerakkan silinder. Kapasitas operasi maksimum mesin pengering kotoran sapi ditetapkan sebesar 30 kg. Jika beban yang diberikan melebihi 30 kg maka alat tidak direkomendasikan untuk beroperasi karena akan membuat kerusakan yang lebih cepat terhadap *part* tertentu pada silinder dan sistem penggerak. *Part* yang akan mengalami kegagalan lebih dulu adalah bagian poros. Lebih tepatnya bagian poros yang berdekatan dengan bearing yang menahan silinder bagian belakang (bagian yang tidak terhubung dengan sistem penggerak).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. D. Senen, "Rancang Bangun Mesin Pengolah Kotoran Sapi," pp. Edisi XVI, Nomor 1, 2014.
- [2] A. A. Suhastyo, "Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Pembuatan Pupuk Kompos," *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, p. Vol. 1 No. 2, 2017.
- [3] G. M. D. Putra and dkk, "Rancang Bangun Reaktor Biogas Tipe Portable dari Limbah Kotoran Ternak Sapi," *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, p. 370, 2017.
- [4] A. D. Guidice, A. Acampora and dkk, "Wood Chip Drying through the Using of a Mobile Rotary Dryer," *Energies*, p. 2, 2019.
- [5] M. Syahputra, "Simulasi Temperatur dan Kecepatan Aliran pada Pipa untuk Kumbung Jamur Tiram Menggunakan Solidworks," p. 8, 2019.
- [6] D. Pradana, "Rancang Bangun Mesin Pengering Biji Kakao dengan Mekanisme Rotary Kapasitas 9 Kg/Jam," 2019.
- [7] T. Apriliyanti, "Kajian Sifat Fisikokimia dan Sensori Tepung Ubi Jalar Ungu dengan Variasi Proses Pengeringan," p. 22, 2010.
- [8] M. I. T. I. Muhtadin, "Uji dan Analisa Pembakaran pada Ruang Bakar (Combustor) Reaktor Fluidisasi Biomassa yang Tidak Terisolasi Menggunakan Bahan Bakar Biomassa," *Jurnal Ristech*, pp. Vol. 1, No. 1, 2019.
- [9] M. A. Zakariya, M. A. Irfa and M. M. Rosadi, "Analisis Pengaruh Variasi Bahan Bakar Terhadap Uji Efektivitas Kompor Biomassa," *Armatur Vol. 1 No. 2*, p. 56, 2020.
- [10] H.-J. Kwon and H.-K. Kwon, "Computer Aided Engineering (CAE) Simulation for The Design Optimization of Gate System on High Pressure Die Casting (HPDC) Process," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, pp. 147-153, 2019.
- [11] A. D. S. Tri Mulyanto, "Analisis Tegangan Von Mises Poros Mesin Pemotong Umbi-Umbian dengan Software Solidworks," *Presisi*, vol. 18, p. 25, 2017.
- [12] A. Zainuri, "Tegangan Maksimum dan Faktor Keamanan pada Poros Engkol Daihatsu zebra Espass Berdasarkan Metode Numerik," *Momentum*, pp. 42-47, 2010.
- [13] L. A. N. Wibawa, "Pengaruh Radius Fillet dan Ketebalan Cap terhadap Tegangan Von Mises dan Faktor Keamanan Silinder Berdinding Tipis untuk Tabung Motor Roket," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 15, pp. 1-9, 2020.