

Desain dan analisa pisau penghancur bonggol jagung sebagai bahan pakan ternak

Liza Rusdiyana^{1)*}, Suhariyanto¹⁾, Gathot Dwi Winarto¹⁾,
Syamsul Hadi¹⁾, Mahirul Mursid¹⁾

¹⁾Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111

Abstrak

Pakan ternak memegang peranan yang sangat penting dalam usaha peternakan karena harus mempunyai nilai gizi yang tinggi. Pada Usaha Kecil Menengah (UKM) pembuatan pakan ternak di Kecamatan Jatirejo Kabupaten Mojokerto ini dalam proses produksinya sudah menggunakan mesin, tetapi hasil bonggol jagung yang dihancurkan dari mesin tersebut masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah ini adalah dengan merancang alat penghancur bonggol jagung. Dengan menggunakan tujuh pisau penghancur dan desain peletakan pisau dibentuk spiral. Material pisau penghancur yang digunakan yaitu Stainless Steel Food Grade 304. Kemudian merencanakan poros, pasak, dan melakukan analisa dengan menggunakan software Ansys 12.1. Hasil dari perhitungan dan analisa, didapatkan daya yang dibutuhkan menghancurkan bonggol jagung untuk satu pisau yaitu 0,826 HP. Hasil analisa pisau memiliki tegangan maksimum sebesar $5,408 \times 10^5$ N/m².

Kata kunci: Bonggol jagung, baja tahan karat, Ansys

Abstract

Animal feed plays a very important in the farm because it must have a high nutritional value. On Small and Medium Enterprises (SMEs) in the manufacture of animal feed Jatirejo District of Mojokerto regency is in the process of production has been using the machine, but the results were crushed corncobs of these machines are still far from perfect. Therefore, to overcome this problem is to design crusher corncobs. By using the seven-blade knife laying crusher and formed spiral design. Materials used are knives crushers Food Grade Stainless steel shaft 304. Then designing the shaft, pegs, and performs analysis using ANSYS 12.1 software. The results of calculation and analysis showed the power needed to destroy corncob one knife is 0,826HP. The results of analysis of the knife has a maximum stress at $5,408 \times 10^5$ N/m².

Keywords: Clevis corn, stainless steel, Ansys

1. Pendahuluan

Banyak sekali warga di Indonesia yang sudah mempunyai lapangan pekerjaan sebagai peternak. Ternak merupakan hewan yang dengan sengaja dipelihara sebagai sumber pangan, sumber bahan baku industri, atau sebagai pembantu pekerjaan manusia. Pakan ternak memegang peranan yang sangat penting dalam usaha peternakan karena harus mempunyai nilai gizi yang tinggi. Akan tetapi pada zaman era globalisasi saat ini perkembangan teknologi semakin maju, khususnya di bidang pemesinan. Contoh pada mesin produksi, diharapkan mampu meningkatkan hasil produksi. Dengan berkembangnya teknologi tersebut, diharapkan nantinya Indonesia mampu bersaing dengan negara lain.

Untuk meningkatkan kualitas produk diperlukan mesin yang dapat melumatkan pakan agar lebih mudah untuk dikonsumsi ternak. Pada Usaha Kecil Menengah (UKM) pembuatan pakan ternak di Kecamatan Jatirejo Kabupaten Mojokerto ini dalam proses produksinya sudah menggunakan mesin.

Tetapi hasil bonggol jagung yang dihancurkan dari mesin tersebut masih jauh dari sempurna. Permasalahan yang terjadi pada mesin tersebut yaitu:

- Desain dan letak dari pisau yang tidak efisien.
- Efisien waktu dan tenaga manusia, karena harus dimasukkan ulang ke mesin untuk memperoleh ukuran yang kecil, sehingga konstruksi bahan untuk pisau yang kami gunakan adalah baja.

Baja adalah logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Baja sangat memiliki peranan yang penting dalam dunia industri dimana banyak rancangan komponen mesin pabrik menggunakan material tersebut. Sifat mekanik yang dimiliki material ini cukup mampu untuk berbagai penggunaan lapangan dalam berbagai aplikasi. Efisiensi dan efektifitas dari baja itu sendiri selalu menjadi pertimbangan dalam pemilihan material sesuai dengan pemakaiannya. Pada kasus rancang bangun suatu konstruksi mesin,

*Korespondensi: Tel./Fax.: - / -
E-mail: liza@me.its.ac.id

selalu diperlukan sifat bahan dengan tujuan agar komponen yang dirancang dapat bekerja secara optimal, dan dapat memenuhi persyaratan fungsi dari konstruksi maupun kekuatannya dalam menerima beban. Sehingga baja yang cocok digunakan sebagai pengolahan pakan adalah Stainless Steel food grade.

Penelitian ini merupakan upaya untuk melakukan *Desain dan Analisa Pisau Penghancur Bonggol Jagung Sebagai Salah Satu Bahan Pakan Ternak dengan Menggunakan Software Ansys 12.1*. Diharapkan nantinya dapat mengalami peningkatan dalam segi efisiensi guna mendapatkan peningkatan dari segi kualitas maupun kuantitas produk.

2. Dasar Teori

2.1. Stainless steel food grade

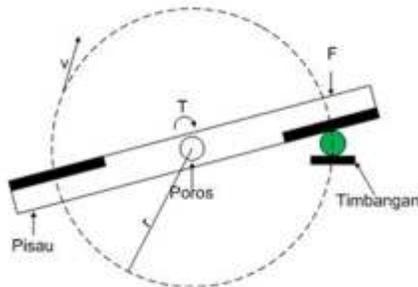
Beberapa alasan penggunaan *Stainless Steel (SS) food grade* oleh industri:

- Untuk menghindari kontaminasi zat-zat kimia baja terhadap makanan/minuman.
- Mudah dibersihkan, anti korosif, dan tahan terhadap bakteri.
- Sifat mekanik yang cukup baik secara keseluruhan.

Pilihan stainless steel food grade yang bagus untuk pengolahan bahan makanan yaitu tipe **304**.

2.2. Gaya potong

Pengambilan data untuk mencari besarnya gaya potong ini didasarkan dari hasil eksperimen. Untuk mengetahui gaya potong (F_{potong}) yang diperlukan agar pisau menghancurkan jagung dengan baik, maka perlu diadakan percobaan yang nantinya dijadikan acuan sebagai gaya potong bonggol jagung.



Gambar 1. Percobaan mencari gaya potong

Dari percobaan diatas dapat dilihat bahwa percobaan dilakukan dengan cara memberikan putaran pada pisau hingga bonggol jagung sampai retak yang diletakkan di atas alat ukur berat.

2.3. Torsi yang dibutuhkan untuk memotong

Besarnya torsi T pada benda dinamik didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya (F) terhadap jari – jari (r), yaitu jarak sumbu putar terhadap garis kerja gayanya. Jadi rumus torsi

untuk digunakan pisau untuk memotong bonggol jagung dapat ditulis sebagai [1]:

$$T = F_{potong} \cdot r \quad (1)$$

Dimana T = Torsi yang diterima pisau (N.m); F_{potong} = Gaya potong (N); r = Jarak pusat lingkaran sampai ujung pisau (m).

2.4. Kecepatan sudut pisau

Untuk menghitung kecepatan sudut pada pisau menggunakan rumus [1]:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad (2)$$

Dimana ω = Kecepatan sudut (rad/s); dan n = Putaran (rpm).

2.5. Daya untuk mencacah

Besar daya yang dibutuhkan sebagai berikut:

$$P = T \cdot \omega \quad (3)$$

Dimana P = Daya yang dibutuhkan mesin (HP)

2.6. Momen inersia polar

Momen inersia terhadap sumbu yang meklalui titik original tegak lurus terhadap sumbu x dan sumbu y disebut sebagai momen inersia polar. Inersia polar dihitung menggunakan rumus [1]:

$$I_p = I_x + I_y \quad (4)$$

Dimana I_p = Inersia polar (m^4); I_x = Momen inersia sumbu x (m); I_y = Momen inersia sumbu y (m).

2.7. Finite element method menggunakan Ansys

Konsep dasar *Finite Element Method* (Metode Elemen Hingga) adalah mendiskretisasi atau membagi suatu struktur menjadi bagian-bagian yang lebih kecil yang jumlahnya berhingga, kemudian melakukan analisis gabungan terhadap elemen-elemen kecil tersebut. Tujuan dari *Finite Element Method* adalah untuk memperoleh nilai pendekatan numerik sehingga dapat diselesaikan dengan bantuan komputer, maka *Finite Element Method* (FEM) dikatakan bersifat *computer oriented*.

Program FEM yang berkembang pesat serta banyak digunakan untuk melakukan analisis struktur adalah *software Ansys*. **Ansys Workbench** dapat melakukan beberapa macam tipe simulasi yang berbeda, seperti struktural, termal, mekanika fluida, analisis elektromagnetik, dll; atau bahkan gabungan analisis seperti termal dengan struktur atau lainnya sehingga lebih sering dikenal dengan *finite element multiphysics*.

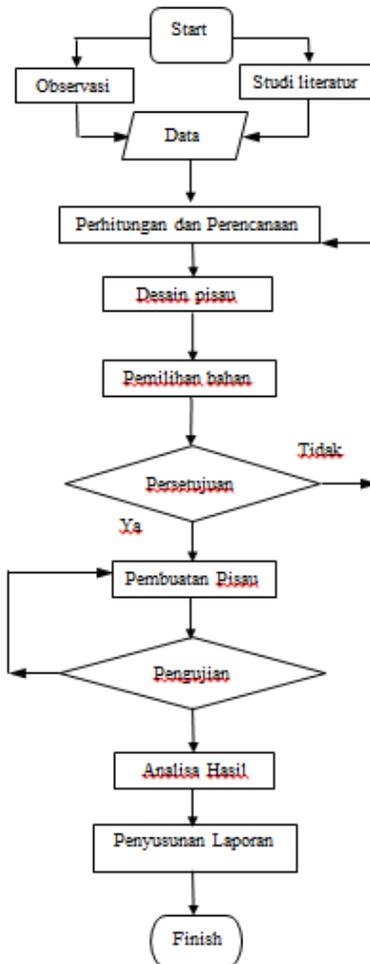
3. Metodologi

Diagram alir perencanaan pisau pemotong dan penghancur bonggol jagung ditunjukkan dalam Gambar 2. Perencanaan desain peletakan pisau dilakukan menggunakan software Solidwork 2012, bertujuan untuk mendapatkan desain dan mekanisme yang optimal serta juga mendesain peletakan pisau dengan letak spiral. Desain pisau yang dibuat disajikan dalam Gambar 3. Dari hasil

perhitungan perencanaan dapat diketahui spesifikasi dari bahan maupun dimensi dari komponen yang akan diperlukan untuk pembuatan pisau. Dari komponen yang diperoleh kemudian dilakukan proses untuk membuat pisau yang sesuai dengan desain yang telah dibuat. Proses pembuatan menggunakan mesin bubut dan frais menghasilkan pisau seperti dalam Gambar 4. Diagram alir simulasi menggunakan Ansys ditunjukkan dalam Gambar 5.



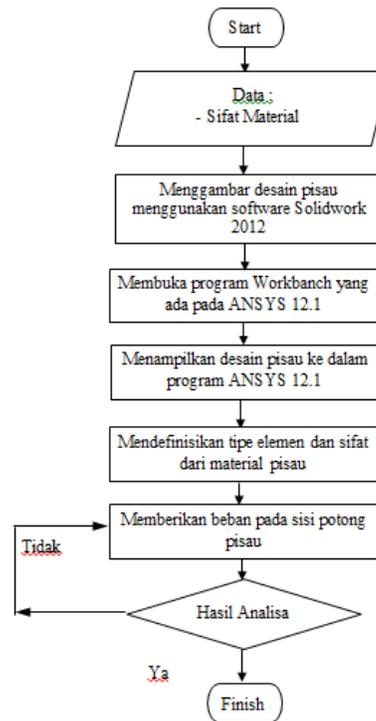
Gambar 4. Desain pisau



Gambar 2. Diagram alir perencanaan



Gambar 3. Desain peletakan pisau



Gambar 5. Diagram alir simulasi

4. Perhitungan dan Analisa

4.1. Mencari besarnya gaya potong

Untuk mengetahui gaya potong yang diperlukan agar pisau menghancurkan jagung dengan baik, maka diadakan percobaan yang nantinya dijadikan acuan sebagai gaya potong bonggol jagung dengan cara seperti dalam Gambar 1. Percobaan dilakukan dengan cara memberikan putaran pada pisau hingga bonggol jagung sampai retak yang diletakkan di atas alat ukur berat. Hasil dari percobaan ditunjukkan dalam Tabel 1.

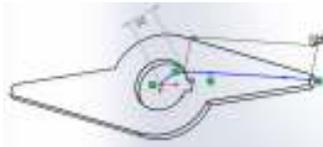
Hasil dari 5 percobaan, diperoleh rata – rata yaitu sebesar 3,2 kgf. Sehingga $F_{potong} = 3,2 \text{ kgf} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 31,392 \text{ N}$.

Tabel 1. Data percobaan gaya potong

Percobaan	Gaya potong (kg _f)
1	3,4
2	3,1
3	3,2
4	3,3
5	3,1
Rata-rata	3,22 kg _f

4.2. Torsi yang dibutuhkan untuk memotong

Torsi yang dibutuhkan untuk pemotongan dihitung menggunakan rumus (1); diperoleh T = 4,708 Nm.



Gambar 6. Jari-jari pisau

4.3. Kecepatan sudut pisau

Kecepatan sudut pisau dihitung menggunakan rumus (2). Dengan kecepatan putaran 1250 rpm, maka diperoleh ω = 130,899 rad/s.

4.4. Daya untuk mencacah

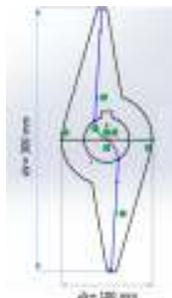
Besarnya daya untuk mencacah dihitung menggunakan rumus (3); diperoleh P = 0,826 HP.

4.5. Momen inersia polar pisau

Momen inersia polar untuk pisau dihitung menggunakan rumus (4); dimana:

$$I_x = \frac{1}{64} \cdot \pi \cdot d_x^4$$

$$I_y = \frac{1}{64} \cdot \pi \cdot d_y^4$$



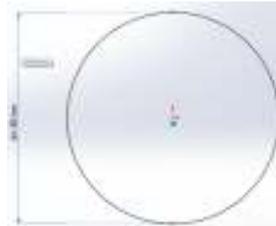
Gambar 7. Diameter sumbu pisau

Dengan d_x = 300 mm = 0,3 m; d_y = 100 mm = 0,1 m; diperoleh I_p = 4,025 x 10⁻⁴ m⁴

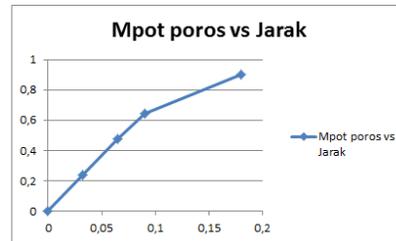
4.6. Momen inersia polar poros

Momen inersia polar untuk poros dihitung menggunakan persamaan (4); dengan d = 50 mm

= 0,05 dengan mengacu pada Gambar 8, sehingga diperoleh I_{poros} = 6,135 x 10⁻⁷ m⁴. Selanjutnya diperoleh diagram momen seperti pada Gambar 9.

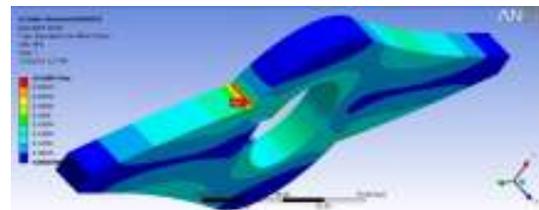
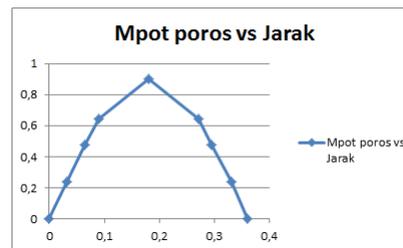


Gambar 8. Diameter poros



Gambar 9. Diagram momen

Dikarenakan diagram momen potongan pada pandangan kiri = momen potongan pada pandangan kanan maka diperoleh grafik seperti dalam Gambar 10.



Gambar 10. Diagram momen

Jadi diperoleh momen terbesar yang terjadi di poros terletak pada jarak 0,18 m dengan momen sebesar 0,901 Nm.

4.7. Hasil analisa menggunakan Ansys

Untuk menganalisa pisau penghancur bonggol jagung menggunakan software Ansys yaitu dengan melakukan input data untuk bahan yang digunakan dan gaya yang terjadi pada pisau. Data yang dimasukkan meliputi parameter yang disajikan dalam Tabel 2.

Kemudian dilakukan proses *meshing*, memberikan *force* pada kedua sisi penghancur pisau, dan *memfix-support* pada pisau. Fix support

terletak pada bagian lingkaran pisau yang nantinya akan bersinggungan langsung dengan poros. Diberikan *Force* berupa *Fpotong* dari percobaan yang dilakukan, besarnya adalah 31,392 N.

Tabel 2. Data input Ansys

No.	Data input Ansys	Value
1.	Density	8000 kg/m ³
2.	Tensile Strength, Ultimate	505 Mpa
3.	Tensile Strength, Yield	215 Mpa
4.	F _{potong}	31,392 N

4.8. Perbandingan hasil perhitungan dan Ansys

Hasil perhitungan yang dipakai sebagai acuan untuk perbandingan mempunyai $\tau_{\max} = 1,844 \times 10^4$ N/m²; sedang hasil menggunakan Ansys mempunyai $\tau_{\max} = 5,408 \times 10^5$ N/m². Perbedaan hasil τ_{\max} dikarenakan analisa menggunakan Ansys hanya menganalisa pisau penghancur, sedangkan pada perhitungan, τ_{\max} dihitung berdasarkan momen bending poros dan torsi pada pisau penghancur.

5. Simpulan dan Saran

5.1. Simpulan

Beberapa kesimpulan dari perencanaan dan analisis yang telah dilakukan meliputi:

- Dari hasil 5 kali percobaan untuk mengetahui gaya potong pisau diperoleh rata – rata sebesar 3,2 kgf.
- Daya yang dibutuhkan untuk mencacah bonggol jagung untuk satu pisau sama dengan 0,826 HP.
- Diameter minimal poros yang aman digunakan adalah 0,015 m.
- Momen terbesar yang terjadi di poros terletak pada jarak 0,18m dengan momen sebesar 0,901 Nm.
- Untuk penentuan minimal L pada pasak didasarkan pada tegangan geser τ_s yaitu $2,516 \times 10^{-2}$ m.
- Analisa material pisau menggunakan software Ansys bisa digunakan untuk mengetahui pada bagian tertentu yang mempunyai tegangan maksimum dan minimum.
- Perbedaan hasil τ_{\max} dikarenakan analisa menggunakan Ansys hanya menganalisa pisau penghancur, sedangkan pada perhitungan, τ_{\max} dihitung berdasarkan momen bending poros dan torsi pada pisau penghancur.

5.2. Saran

- Pada bentuk pisau yang mempunyai sudut tajam seharusnya diberi fillet dikarenakan untuk menghindari dan mengurangi tegangan yang sangat besar pada pisau.

- Seharusnya pada perbandingan hasil dari analisa menggunakan ansys dan perhitungan manual mempunyai nilai yang hampir sama.

Daftar Pustaka

- Khurmi, R.S. *A Textbook of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD, 2005.
- Anonim. 1996. *Stainless Steel 304*, 1996; diakses tanggal 25 Juni 2014, (<http://www.matweb.com/index.aspx>)
- Candra, Aditya, *Rancang Bangun Mesin Pemipil Jagung dan Penghancur Bonggol Jagung*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2011.
- Child, Peter. *Mechanical Design*. Second edition. Jordan Hill: Elsevier Ltd, 2004.
- Deutschman, Aaron D. *Machine Design: Theory and Practice*. New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 1975
- Dobrovolsky, V., *Machine Elements*, Second Edition, Moscow, 1978.
- Hibbeler, R.C., *Engineering Mechanics Dynamics*, Twelfth Edition. USA: Prentice Hal, 2010.
- Suharianto, Syamsul Hadi, *Elemen Mesin I*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2006.
- Sularso, Kiyokatsu Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, PT Pradnya Paramitha, Jakarta, 1994.