

DESAIN ALAT UJI PEMOTONGAN (CUTTING TEST APPARATUS) BAHAN PERTANIAN BERBASIS SENSOR STRAIN GAGE

Jefri Suranta Purba¹, Lisyanto²

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan

Surel: [:Surantajepri@gmail.com](mailto:Surantajepri@gmail.com)¹, lisyanto.ciptodiharjo@gmail.com

ASBTRAK

Pemotongan merupakan salah satu kegiatan dalam pemanenan bahan pertanian, misalnya : untuk tanaman padi, jagung, kedelai, tebu, dan kelapa sawit. Untuk merancang alat/mesin pemanenan tanaman di atas, perlu diketahui tahanan potongnya. Penelitian ini dilakukan untuk merancang alat uji pemotongan berbasis sensor *strain gages*. Penelitian ini dilakuakn untuk mengetahui tahanan potong bahan pertanian. Alat uji pemotongan dapat bekerja dengan baik dengan variasi putaran (92 Rpm, 61 Rpm, 46 Rpm, 36 Rpm), variasi kecepatan potong/*feeding* (4.6 mm/detik, 3.07 mm/detik, 2.30 mm/detik, 1.84 mm/detik), jenis mata pisau (rata, berserat, bergerigi) dan sudut mata pisau (0°, 20°, 30°, 40°). Sensor strain gage dapat berfungsi sangat presisi dengan persamaan kalibrasi : $y = 1.417x - 1.970$ dan $R^2 = 0.980$. Hasil rancangan alat uji pemotongan dapat digunakan untuk melakukan uji tahanan potong bahan pertanian dengan presisi.

Kata kunci : Apparatus, Cutting, Strain Gauge, Desain, Pemotongan

ASBTRACT

Cutting is one of the activities in harvesting materials, for example: for rice, corn, soybeans, sugar cane, and oil palm. To design the above plant harvesting tool/machine, it is necessary to know the cutting resistance. This research was conducted to design a cutting test tool based on the strain gages sensor. This research was conducted to determine the cutting resistance of agricultural materials. Cutting test equipment can work well with variations in rotation (92 Rpm, 61 Rpm, 46 Rpm, 36 Rpm), variations in cutting/feeding speed (4.6 mm/second, 3.07 mm/second, 2.30 mm/second, 1.84 mm/sec), blade type (flat, fibrous, serrated) and blade angle (0°, 20°, 30°, 40°). The strain gage sensor can work very precisely with the calibration equation: $y = 1.417x - 1.970$ and $R^2 = 0.980$. The results of the cutting test design can be used to conduct trials of cutting agricultural materials with precision

Keywords: Apparatus, Cutting, Design, Strain Gages

1. PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan sektor yang strategis dan berperan penting dalam perekonomian nasional dan kelangsungan hidup masyarakat, terutama dalam sumbangan terhadap produk domestik bruto (PDB), penyedia lapangan kerja dan penyediaan pangan dalam negeri (Latumaerissa, 2015). Pertanian adalah kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati

yang dilakukan manusia menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, atau sumber energi, serta untuk mengelola lingkungan hidup. (Putong, 2005). Pembangunan dibidang pertanian adalah suatu hal yang tidak dapat ditawar lagi, karena sebagian besar rakyat indonesia mengkonsumsi beras dan bekerja di sektor pertanian. (Subandi, 2005)

Menurut (Mosher.A.T, 1966)pertanian adalah suatu bentuk produksi yang khas yang

didasarkan pada proses pertumbuhan tanaman dan hewan. Petani mengelola dan merangsang pertumbuhan tanaman dalam suatu usaha tani, dimana kegiatan produksi merupakan bisnis, sehingga pengeluaran dan pendapatan sangat penting artinya.

Menurut(Aartsen, 1953)pertanian adalah digunakan kegiatan manusia untuk memperoleh hasil yang berasal dari tumbuh – tumbuhan dan hewan yang pada mulanya dicapai dengan jalan sengaja menyempurnakan segala kemungkinan yang telah diberikan oleh alam guna mengembangkan tumbuhan dan hewan tersebut (Hanifah, 2017).

Mekanisasi pertanian menjadi agenda pembangunan pertanian yang harus diperhatikan jika dikaitkan dengan program revitalisasi pertanian, yang mengisyaratkan kepada tiga pilar utama yaitu ketahanan pangan, pengembangan agribisnis, dan kesejahteraan petani. Peningkatan efisiensi, produktivitas, dan mutu produk pertanian disamping sangat ditentukan oleh modal dan kualitas sumber daya manusia, sentuhan mekanisasi pertanian juga merupakan bagian yang sangat penting dan strategis. Salah satuyang mendasar dihadapi dalam pembangunan pertanian di indonesia adalah rendahnya penguasaan mekanisasi pertanian. Penguasaan mekanisasi pertanian mencakup tiga hal penting yaitu: pertama, penyerapan teknologi alat mesin pertanian tepat guna; pada umumnya petani/pelaku usaha tidak memiliki data dan informasi yang memadai tentang jenis alat mesin pertanian tepat guna yang dapat mereka serap sesuai dengan kebutuhan. Kedua, penyesuaian teknologi alat mesin pertanian tepat guna; dimana rendahnya kemampuan dan keterampilan petani/pelaku dan pengusaha alat mesin pertanian dalam melakukan penyesuaian teknologi alat mesin pertanian yang ada dengan kebutuhan produksinya. Ketiga, penciptaan/rekayasa teknologi alat mesin pertanian tepat guna; dimana rendahnya kemampuan keterampilan bengkel/pengrajin/pabrikasi dalam hal penciptaan/rakayasa alat mesin pertanian dan penerapan yang cocok dengan kebutuhan petani/pelaku usaha dilapangan

Rendahnya penguasaan mekanisasi pertanian ini sangat berpengaruh terhadap kemampuan petani untuk melakukan pilihan teknologi alat mesin pertanian. Pilihan teknologi alat mesin pertanian merupakan bagian yang sangat penting mengingat pilihan inilah yang nantinya akan sangat menentukan apakah proses produksi semakin efisien, pengelolaan prooduksi semakin efektif, produktivitas, dan mutunya akan semakin meningkat. Pengembangan mekanisasi pertanian merupakan tahapan awal dari proses industrialisasi pertanian pedesaan, dan merupakan langkah strategis yang diharapkan tidak saja mamacu pertumbuhan ekonomi rakyat, melainkan juga meningkatkan kesempatan kerja dan pendapatan petani/pelaku usaha agribisnis, serta pengembangan ekonomi wilayah/daerah. (Ir. Kusno Hadiutomo, 2012)

Upaya untuk menghasilkan teknologi alat mesin pertanian tepat guna dan dapat meningkatkan hasil yang efisien maka dilakukan perencanaan pembuatan alat uji pemotongan yang dibutuhkan dalam membantu kegiatan pengolahan pertanian, sehingga terciptalah suatu ide untuk mendesain dan merancang suatu alat khususnya alat uji pemotongan (*Cutting Test Apparatus*) bahan Pertanian Berbasis Sensor *Strain Gage* dengan mekanisme tekan vertikal dan tenaga penggerak berupa motor listrik. Pada alat ini kecepatan putar dan jenis pisau akan sangat berpengaruh terhadap kualitas pemotongan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan

Perancangan merupakan sebuah kegiatan awal dari sebuah usaha dalam merealisasikan sebuah produk yang keberadaannya diperlukan oleh masyarakat untuk meningkatkan kesejahteraan hidupnya(H. Darmawan, 2004). Sedangkan perancangan mesin berarti perencanaan dari sistem dan segala yang berkaitan dengan sifat mesin–mesin, produk, struktur, alat-alat, dan instrument(Joseph and Larry, 1986 dalam H.Darmawan 2004).

2.2 Proses Pembubutan

Mesin bubut (*lathe*) adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang berputar dengan prinsip kerja benda kerja yang berputar kemudian dikenakan dengan pahat yang digerakan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Mesin bubut berfungsi untuk memproduksi benda-benda berpenampang silindris, diantaranya dapat membuat poros, mekamper, mengalur, mengulir, mengebor, memperbesar lubang, mereamer, mengkartel, memotong, dan lain-lain.

Parameter pemotongan pada mesin bubut adalah informasi berupa dasar-dasar perhitungan, tabel-tabel dan rumus yang mendasari teknologi proses penyayatan/pemotongan pada mesin bubut. Berikut ini adalah parameter pemotongan pada mesin bubut:

- a) Kecepatan potong :

$$Cs = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ Meter/menit}$$

Dimana :

Cs = kecepatan Potong.

d = diameter benda kerja.

n = putaran mesin / benda kerja.

- b) Kecepatan putaran mesin:

$$n = Cs \cdot \frac{1000}{\pi \cdot d} \text{ Rpm}$$

- c) Kecepatan pemakanan:

$$F = f \cdot n$$

Dimana :

F = Kecepatan Pemakanan.

f = besar pemakanan atau bergesernya pahat.

n = Putaran Mesin

- d) Waktu pemesinan bubut rata:

$$tm = \frac{la + l}{F} \text{ menit}$$

Dimana :

tm = waktu pemesinan bubut rata.

la = jarak start pahat.

l = panjang pembubutan rata.

F = kecepatan pemakanan.

- e) Waktu pemesinan bubut muka:

$$tm = \frac{\frac{d}{2} + la}{F} \text{ menit}$$

Dimana :

tm = waktu pemesinan bubut muka.

la = jarak start pahat.

d = diameter benda kerja

F = kecepatan pemakanan.

- f) Waktu pengeboran pada mesin bubut:

$$tm = \frac{l + 0,3 \cdot d}{F}$$

Dimana :

tm = waktu pengeboran.

l = panjang pengeboran.

d = diameter mata bor.

F = kecepatan pemakanan

2.3 Motor Listrik

Pada alat ini penggerak yang digunakan adalah motor listrik. Motor listrik adalah sebuah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, motor listrik ini digunakan untuk penggerak poros pengaduk yang dihubungkan melalui pulley dan sabuk.

Menurut (Sularso, 2013) untuk menghitung daya rencana dapat digunakan persamaan :

$$Pd = fc \times P (Kw)$$

Dimana :

Pd = Daya Rencana (KW)

fc = faktor koreksi daya yang ditransmisikan

P = Daya nominal keluar dari motor penggerak (HP)

Untuk menghitung momen rencana dapat digunakan persamaan :

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{Pd}{N_1}$$

Dimana :

T = Momen rencana (Kg.mm)

N₁ = Putaran motor (Rpm)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Pada proses penelitian desain alat uji pemotongan (*cutting test apparatus*) pertanian berbasis strain gage, alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Penggunaan Alat

| No | Alat | Jumlah |
|----|----------------------|--------|
| 1. | Mesin Bubut | 1 Pcs |
| 2. | Mesin Grinding | 1 Pcs |
| 3. | Mesin Bor | 1 Pcs |
| 4. | Mesin Las 450 Ampere | 1 Pcs |
| 5. | Mesin Gerinda Tangan | 1 Pcs |
| 6. | Mistar Siku | 1 Pcs |
| 7. | Meteran | 1 Pcs |
| 8. | Ragum | 1 Pcs |

Bahan

Pada penelitian ini bahan yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2. berikut:

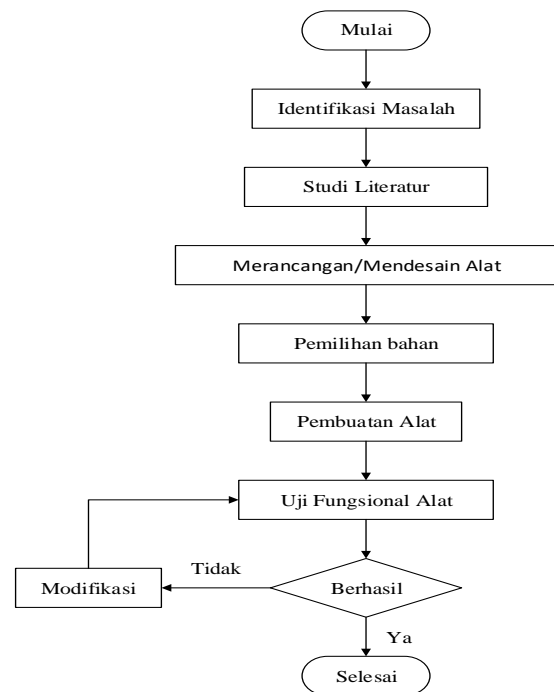
Tabel 2. Penggunaan Bahan

| No | Bahan | Pemakaian |
|-----|-------------------------------|-----------|
| 1. | Besi As Ø32 mm | 210 cm |
| 2. | Besi As Ø25.4 mm | 27 cm |
| 3. | Besi As Ø50.8 mm | 35 cm |
| 4. | Plat 10 mm 575 mm × 240 mm | 2 Pcs |
| 5. | Plat 10 mm 575 mm × 70 mm | 1 Pcs |
| 6. | Plat 10 mm 220 mm × 240 mm | 1 Pcs |
| 7. | Plat 10 mm 265 mm × 220 mm | 1 Pcs |
| 8. | Besi Siku 40 mm × 40 mm × 3mm | 110 cm |
| 9. | Besi Siku 30mm × 30 mm × 3 mm | 1 Batang |
| 10. | Plat Strip 35 mm tebal 10 mm | 1.2 meter |
| 11. | Plat Strip 70 mm tebal 7 mm | 50 cm |
| 12. | Baut + Mur M10 | 16 Pcs |
| 13. | Baut + Mur M8 | 3 Pcs |
| 14. | Baut + Mur M6 | 6 Pcs |
| 15. | Mur M24 × 3 | 1 Pcs |
| 16. | Motor Listrik | 1 Pcs |
| 17. | Reducer | 1 Pcs |
| 18. | Strain Gages | 2 Pcs |

3.2 Diagram alir Penelitian

Pada penelitian ini sebelum pembuatan alat ini terdapat beberapa hal yang harus dilakukan yaitu mengidentifikasi masalah yang berkaitan dengan bidang pertanian. Setelah menemukan permasalahan yang berkembang dilakukan tahapan berikutnya yaitu (2) Studi literatur atau mengumpulkan referensi yang dapat dijadikan landasan pada pembuatan alat ini. Setelah mendapat beberapa referensi kemudian (3) merancang atau mendesain alat uji pemotongan (*cutting test apparatus*) pertanian. Setelah hasil desain selesai kemudian (4) Pemilihan alat dan bahan yang diperlukan untuk pembuatan alat uji pemotongan (*cutting test apparatus*) pertanian.

(5) Setelah pemilihan alat dan bahan dilanjutkan dengan pembuatan alat uji pemotongan. Setelah selesai pembuatan alat tersebut diuji untuk mengetahui berfungsinya semua komponen dan keefektifan dari alat uji pemotongn (*cutting test apparatus*) pertanian. Setelah proses pengujian alat tersebut di evaluasi apakah sudah layak digunakan atau belum. Apabila alat tersebut belum layak digunakan maka dilakukan modifikasi atau perbaikan pada alat tersebut. (6) selesai, setelah alat uji layak digunakan maka alat uji siap digunakan untuk pengujian selanjutnya. Adapun tahap dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Berikut



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3.3 Proses Pembuatan Alat Uji

Adapun beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan alat uji pemotongan (*cutting test apparatus*) adalah sebagai berikut:

1. Pembelian bahan, pembelian bahan yang diperlukan dalam pembuatan alat uji pemotongan ini dilakukan setelah melewati tahap perhitungan pada saat pendesainan.
2. Setelah bahan dan alat sudah dibeli, kemudian dilakukan proses pemotongan besi siku. Pada gambar 2. menjelaskan pemotongan besi siku menggunakan

gerinda sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Besi siku yang digerinda adalah siku berukuran $30 \times 30 \times 3$ mm.



Gambar 2. Pemotongan Besi Siku 30×30 mm

- Setelah besi siku berukuran $30 \times 30 \times 3$ mm terpotong dilakukan pengelasan dengan plat berukuran $570 \times 240 \times 10$ mm dan plat berukuran $570 \times 70 \times 10$ mm. Setelah proses pengelasan kemudian dilanjutkan proses *drill* sebagai dudukan sumbu utama penyangga mesin dengan menggunakan mata bor 40 mm. proses *drill* dapat dilihat pada gambar 3. berikut:



Gambar 3. Proses *Drill* Plat Dudukan Sumbu

- Pada tahap ini dilakukan proses pembubutan untuk membuat dudukan sumbu utama. Kemudian dilanjutkan dengan proses *drill* dengan menggunakan mata bor 8.5 mm. proses pengeboran dapat dilihat pada gambar 4. berikut:



Gambar 4. Proses *Drill* Dudukan Sumbu

- Pada tahap selanjutnya dilakukan proses pembubutan untuk membuat sumbu utama sebagai penyangga mesin. Proses pembubutan ini dapat dilihat pada gambar 5. berikut:



Gambar 5. Proses Pembubutan Sumbu Utama

- Setelah dilakukan pembubutan sumbu utama, dilanjutkan dengan membuat ulir pembawa pisau. Pembubutan ulir dapat dilihat pada gambar 6. berikut



Gambar 6. Proses Pembubutan Ulir

- Setelah selesai proses pembubutan dilakukan pemotongan besi siku $40 \times 40 \times 3$ mm dengan menggunakan gerinda. Setelah dilakukan pemotongan dilanjutkan dengan proses pengelasan. Siku ini berfungsi sebagai dudukan mesin dan gearbox. Proses pemotongan dapat dilihat pada gambar 7.0 berikut:



Gambar 7. Pemotongan Besi Siku $40 \times 40 \times 3$ mm

- Setelah proses pembuatan dudukan mesin, dilanjutkan dengan pembuatan dudukan pembawa pisau. Proses ini meliputi penggerindaan plat strip 70×10 mm dan dilanjutkan dengan pengelasan. Proses pengelasan dapat dilihat pada gambar 8. berikut:



Gambar 8. Proses Pengelasan Plat Strip 10 mm

- Setelah proses pembuatan dudukan pembawa pisau, dilanjutkan dengan pembuatan ragam atau penjepit. Proses ini meliputi penggerindaan, *drilling* dan pengelasan. Ragam atau penjepit dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 9. Ragum/Penjepit

10. Setelah pembuatan ragum/penjepit dilanjutkan dengan pembuatan pisau. Pembuatan pisau ini meliputi proses pengerindaan. Proses pembuatan pisau dapat dilihat pada gambar 10. berikut:



Gambar 10. proses Pembuatan Pisau

11. Setelah selesai tahap pengerjaan yang terakhir adalah pengecatan untuk menghindari terjadinya korosi.
12. Desain Ring Transduser

Pada proses pendesainan ring transduser, ditetapkan ukuran diameter luar ring transduser $\varnothing 78$ mm, diameter dalam ring transduser $\varnothing 68$ mm dan tebal ring transduser 5 mm dengan spesifikasi sifat bahan ring transduser yaitu regangan 0.0005 meter dan modulus elastisitas 2×10^{11} N/m² dan maksimal beban yang diberikan 1,200 kg maka lebar ring yang dibutuhkan ialah :

Dik :

Diameter Luar (DI) = $\varnothing 78$ mm.

Diameter Dalam (DO) = $\varnothing 68$ mm.

Tebal = 5 mm = 0.005 meter.

Regangan (ϵ) = 0.0005 meter

Modulus Elastisitas (E) = 2×10^{11} N/m²

Beban (P) = 120 kg = 1,200 N

R efektif = 0.0365 meter.

Maka lebar (W) ring transduser yang dibutuhkan ialah :

$$\epsilon = 1.09 \frac{P \times R}{E \times W \times t^2}$$

Maka :

$$W = ((1.09 \times P \times R) / \epsilon) \times (1 / (E \times t^2))$$

W

$$= \left(\frac{1.09 \times 1,200 \text{ N} \times 0.0365 \text{ m}}{0.0005 \text{ m}} \right)$$

$$\times \left(\frac{1}{2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2 \times 0.005^2 \text{ m}} \right)$$

$$W = (47.742 \text{ Nm} / 0.0005 \text{ m}) \times (1 / 5,000,000 \text{ N/m})$$

$$W = 95,484 \text{ N} \times 0.0000002 \text{ N/m}$$

$$W = 0.0190968 \text{ m} = 19.0968 \text{ mm}$$

Jadi, lebar ring transduser yang dibutuhkan untuk beban maksimal 1200 kg dengan diameter luar ring transduser $\varnothing 78$ mm dan diameter dalam ring $\varnothing 68$ mm maka, lebar ring yang di butuhkan ialah 19.0968 mm. Apabila beban yang diberikan melebihi batas maksimal yaitu 1200 kg maka ring transduser akan mengalami deformasi plastis

3.4 Proses Kalibrasi Sensor Starin Gages

Setelah alat uji selesai dibuat tahapan selanjutnya ialah pengkalibrasian sensor strain gages yang akan digunakan pada alat uji pemotongan. Adapun langkah – langkah pengkalibrasian sensor strain gages adalah sebagai berikut:

1. Pertama ialah menyiapkan beban untuk pengkalibrasian sensor strain gages. Pembebanan terhadap sensor strain gages dilakukan sebanyak 5 kali dengan berat beban yang berbeda beda. Beban kalibrasi dapat dilihat pada gambar 11.berikut:



Gambar 11. Beban Kalibrasi

2. Setelah beban disiapkan tahapan selanjutnya ialah menjepit link transduser yang sudah dipasang sensor strain gage. pada ragum lalu memasang dudukan pembebanan pada link transduser. Pemasangan dudukan beban dapat dilihat pada gambar 12. berikut:



Gambar 12. Pemasangan Dudukan Beban

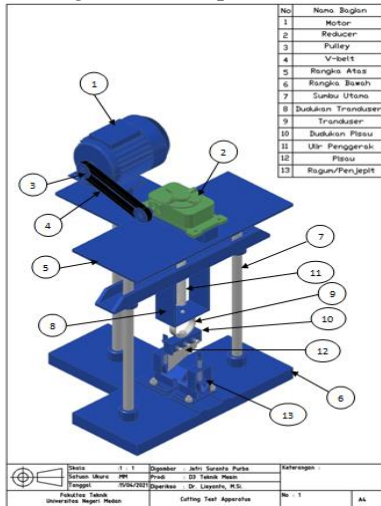
3. Setelah pemasangan dudukan beban dilanjutkan dengan proses kalibrasi sensor strain gages dengan cara menghubungkan kabel sensor strain gage dengan laptop. Proses pengkalibrasian sensor strain gages

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Fungsional Alat Uji Pemotongan (Cutting Test Apparatus) Bahan Pertanian

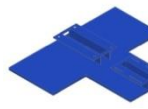
Setelah proses kalibrasi sensor strain gages selesai, selanjutnya dilakukan uji fungsional

pada alat uji pemotongan (*cutting test apparatus*). Uji fungsional bertujuan untuk mengetahui apakah alat uji pemotongan (*cutting test apparatus*) pertanian sudah dapat berfungsi sebagaimana mestinya atau masih ada kekurangan. Uji fungsi ini dilakukan dengan cara memasang seluruh komponen seperti motor listrik, reducer, ulir penggerak, dan rangka. Dari hasil uji yang didapatkan semua komponen dapat berfungsi sebagaimana mestinya seperti motor dapat berputar dengan baik dan dapat mentransferkan putaran ke reducer. Begitu pula dengan reducer dapat mereduksi putaran motor dengan baik dan dapat menggerakkan ulir penggerak. Ulir penggerak dapat berputar dengan baik sehinggaudukan tranduser bergerak naik turun dengan baik tanpa ada macet



Gambar 13. Desain Alat Uji Pemotongan (*Cutting Test Apparatus*) Bahan Pertanian

Tabel 3. Komponen Utama Alat Uji Pemotongan (*Cutting Test apparatus*) Bahan Pertanian Berbasis Sensor Strain Gauge

| No | Komponen | Fungsi | Jumlah |
|----|--|--|--------|
| 1 |  Rangka Atas | Rangka atas berfungsi sebagaiudukan motor listrik beserta reducer/gearbox. | 1 |

| | | | |
|----|--|--|---|
| 2. |  Rangka Bawah | Rangka bawah berfungsi sebagaiudukan penjepit bahan uji dan sebagaiudukan poros sumbu utama. | 1 |
| 3. |  Poros Sumbu Utama | Poros ini berfungsi sebagai penopang rangka atas. | 3 |
| 4. |  Dudukan Ring Tranduser | Dudukan Ring Tranduser ini berfungsi sebagai tempatudukan ring tranduser | 1 |
| 5. |  Ulir Penggerak | Ulir penggerak ini berfungsi sebagai mekanisme gerak naik turun pisau. | 1 |
| 6. |  Ring Tranduser | Ring tranduser berfungsi sebagai tempat ditempelkannya sensor strain gage. | 1 |
| 7. |  Dudukan Pisau | Dudukan Pisau ini berfungsi sebagai tempat dijepitnya pisau. | 1 |
| 8. |  Penjepit/Ragu um | Berfungsi sebagai tempat dijepitnya bahan uji. | 2 |

| | | | |
|-----|---|--|---|
| 9. |  Pisau | Sebagai alat potong bahan uji | 9 |
| 10. |  Motor Listrik | Berfungsi sebagai supplay putaran untuk alat uji | 1 |
| 11. |  Reducer | Berfungsi sebagai mereduksi putaran dari motor listrik | 1 |
| 12. |  Pulley | Berfungsi sebagai penghubung putaran dari motor listrik menuju reducer | 2 |
| 13. |  Sabuk | Berfungsi sebagai meneruskan putaran dari pulley motor listrik ke pulley reducer | 1 |
| 14. |  Strain Gauge | Berfungsi sebagai pengindra/mengukur deformasi yang terjadi pada bahan uji | 2 |

4.2 Analisa Biaya Pembuatan Alat Uji Pemotongan (Cutting Test Apparatus Bahan Pertanian)

Pada Tabel 4. menjelaskan biaya pembelian bahan yang dibutuhkan untuk membuat 1 unit alat uji pemotongan (*cutting test apparatus*).

Tabel 4. Biaya Pembelian Bahan

| No | Bahan | Pemakaian | Satuan (Rp) | Harga (Rp) |
|----|----------------|-----------|-------------|------------|
| 1. | Besi As Ø32 mm | 210 cm | 212,000 | 212,000 |

| | | | | |
|-----|-------------------------------|-----------|---------|---------|
| 2. | Besi As Ø25.4 mm | 27 cm | 17,000 | 17,000 |
| 3. | Besi As Ø50.8 mm | 35 cm | 89,000 | 89,000 |
| 4. | Plat 10 mm 575 mm × 240 mm | 2 Pcs | 173,000 | 346,000 |
| 5. | Plat 10 mm 575 mm × 70 mm | 1 Pcs | 50,000 | 50,000 |
| 6. | Plat 10 mm 220 mm × 240 mm | 1 Pcs | 66,000 | 66,000 |
| 7. | Plat 10 mm 265 mm × 220 mm | 1 Pcs | 73,000 | 73,000 |
| 8. | Besi Siku 40 mm × 40 mm × 3mm | 110 cm | 31,000 | 31,000 |
| 9. | Besi Siku 30mm × 30 mm × 3mm | 1 Batang | 60,000 | 60,000 |
| 10. | Plat Strip 35 mm tebal 10 mm | 1.2 meter | 52,000 | 52,000 |
| 11. | Plat Strip 70 mm tebal 7 mm | 50 cm | 21,000 | 21,000 |
| 12. | Baut + Mur M10 | 16 Pcs | 1,500 | 24,000 |
| 13. | Baut + Mur M8 | 3 Pcs | 1,000 | 3,000 |
| 14. | Baut + Mur M6 | 6 Pcs | 500 | 3,000 |
| 15. | Mur M24 × 3 | 1 Pcs | 9,000 | 9,000 |
| 16. | Motor listrik | 1 Pcs | 895,000 | 895,000 |
| 17. | Reduce r | 1 Pcs | 660,000 | 660,000 |

| | | | | |
|-------|--------------|-------|---------|-----------|
| 18. | Strain Gages | 2 Pcs | 250,000 | 500,000 |
| Total | | | | 2,261,000 |

Pada tabel 5. menjelaskan biaya pengerjaan 1 unit alat uji pemotongan (*cutting test apparatus*) bahan pertanian.

Tabel 5. Biaya Pengerjaan

| No | Keterangan | Jumlah Pekerja | Pengerjaan | Upah/orig (Rp) | Harga (Rp) |
|-------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
| 1. | Pekerja | 2 Orang | 7 Hari | 100.000 | 1,400,000 |
| Total | | | | | 2,000,000 |

Pada tabel 6. menjelaskan total biaya pembuatan 1 unit alat uji pemotongan (*cutting test apparatus*) bahan pertanian.

Tabel 6. Total Biaya Pembuatan Alat Uji Pemotongan (*cutting test apparatus*) Bahan Pertanian

| No | Keterangan | Sub Total (Rp) |
|-------|-----------------------|----------------|
| 1. | Biaya Pembelian Bahan | 2.261.000 |
| 2. | Upah Pengerjaan | 1,400,000 |
| Total | | 3.661,000 |

4.3 Analisis Daya Motor Listrik

Motor listrik yang digunakan pada Alat Uji Pemotongan (*Cutting Test Apparatus*) Bahan Pertanian adalah motor listrik dengan daya 0.5 Hp (0.372 Kw), kecepatan putar 2760 Rpm dengan faktor koreksi motor 1.0. Maka persamaan perhitungan daya motor listrik sebagai berikut.

$$\text{Diketahui : } f_c = 1.0$$

$$P = 0.372 \text{ Kw}$$

Maka daya rencana motor adalah

$$P_d = f_c \times P \text{ (Kw)}$$

$$P_d = 1.0 \times 0.372 \text{ Kw}$$

$$P_d = 0.372 \text{ Kw}$$

Maka momen rencana yang terjadi pada motor listrik dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut,

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{P_d}{N_1}$$

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{0.372 \text{ Kw}}{2,760 \text{ Rpm}}$$

$$T = 1312.782 \text{ Kg. mm}$$

4.4 Analisis Putaran Mesin

Dalam perhitungan putaran mesin yang akan di analisa adalah perbandingan ukuran pulley dengan ratio pada reducer. Perhitungan dilakukan

dengan menggunakan ukuran pulley yang bervariasi maka :

- Jika ukuran pulley pada motor 2 inch dan pulley pada reducer berukuran 2 inch dengan putaran motor 2,760 Rpm dan ratio reducer 1:30 maka putaran yang dihasilkan adalah :

$$\text{Diketahui : } D_1 = 2 \text{ inch} = 50.8 \text{ mm}$$

$$D_2 = 2 \text{ inch} = 50.8 \text{ mm}$$

$$N_1 = 2,760 \text{ Rpm}$$

$$\text{Ratio} = 1 : 30$$

Maka putaran yang dihasilkan (N_2) adalah:

$$N_1 \times D_1 = N_2 \times D_2$$

$$2,760 \times 50.8 = N_2 \times 50.8$$

$$140,208 = N_2 \times 50.8$$

$$N_2 = 140,208/50.8$$

$$N_2 = 2,760 \text{ Rpm}$$

Maka Putaran mesin sesungguhnya dengan menggunakan perbandingan ratio reducer 1:30 adalah:

$$2,760/30 = 92 \text{ Rpm}$$

Maka didapatkan untuk putaran mesin dengan menggunakan ukuran pulley motor 2 inch dan pulley pada reducer 2 inch dengan putaran motor 2,760 Rpm dan ratio 1:30 menghasilkan putaran sebesar 50.80 Rpm.

- Jika ukuran pulley pada motor listrik 2 inch dan ukuran pulley pada reducer 3 inch dengan putaran motor 2,760 Rpm dan ratio reducer 1:30 maka putaran yang dihasilkan adalah :

$$\text{Diketahui : } D_1 = 2 \text{ inch} = 50.8 \text{ mm}$$

$$D_2 = 3 \text{ inch} = 76.2 \text{ mm}$$

$$N_1 = 2,760 \text{ Rpm}$$

$$\text{Ratio} = 1 : 30$$

Maka putaran yang dihasilkan (N_2) adalah:

$$N_1 \times D_1 = N_2 \times D_2$$

$$2,760 \times 50.8 = N_2 \times 76.2$$

$$140,208 = N_2 \times 76.2$$

$$N_2 = 140,208/76.2$$

$$N_2 = 1,840 \text{ Rpm}$$

Maka Putaran mesin sesungguhnya dengan menggunakan perbandingan ratio reducer 1:30 adalah:

$$1,840/30 = 61.33 \text{ Rpm}$$

Maka didapatkan untuk putaran mesin dengan menggunakan ukuran pulley motor 2 inch dan pulley pada reducer 3 inch dengan putaran motor 2,760 Rpm dan ratio 1:30 menghasilkan putaran sebesar 61.33 Rpm.

- Jika ukuran pulley pada motor listrik 2 inch dan ukuran pulley pada reducer 4 inch dengan putaran motor 2,760 Rpm dan ratio reducer 1:30 maka putaran yang dihasilkan adalah :

$$\text{Diketahui : } D_1 = 2 \text{ inch} = 50.8 \text{ mm}$$

$$D_2 = 4 \text{ inch} = 101.6 \text{ mm}$$

$$N_1 = 2,760 \text{ Rpm}$$

$$\text{Ratio} = 1 : 30$$

Maka putaran yang dihasilkan (N_2) adalah:

$$N_1 \times D_1 = N_2 \times D_2$$

$$2,760 \times 50.8 = N2 \times 101.6$$

$$140,208 = N2 \times 101.6$$

$$N2 = 140,208/101.6$$

$$N2 = 1,380 \text{ Rpm}$$

Maka Putaran mesin sesungguhnya dengan menggunakan perbandingan ratio reducer 1:30 adalah:

$$1,380/30 = 46 \text{ Rpm}$$

Maka didapatkan untuk putaran mesin dengan menggunakan ukuran pulley motor 2 inch dan pulley pada reducer 4 inch dengan putaran motor 2,760 Rpm dan ratio 1:30 menghasilkan putaran sebesar 46 Rpm.

4. Jika ukuran pulley pada motor listrik 2 inch dan ukuran pulley pada reducer 5 inch dengan putaran motor 2,760 Rpm dan ratio reducer 1:30 maka putaran yang dihasilkan adalah :

$$\text{Diketahui : } D1 = 2 \text{ inch} = 50.8 \text{ mm}$$

$$D2 = 5 \text{ inch} = 127 \text{ mm}$$

$$N1 = 2,760 \text{ Rpm}$$

$$\text{Ratio} = 1 : 30$$

Maka putaran yang dihasilkan (N2) adalah:

$$N1 \times D1 = N2 \times D2$$

$$2,760 \times 50.8 = N2 \times 127$$

$$140,208 = N2 \times 127$$

$$N2 = 140,208/127$$

$$N2 = 1,104 \text{ Rpm}$$

Maka Putaran mesin sesungguhnya dengan menggunakan perbandingan ratio reducer 1:30 adalah:

$$1,104/30 = 36.80 \text{ Rpm}$$

Maka didapatkan untuk putaran mesin dengan menggunakan ukuran pulley motor 2 inch dan pulley pada reducer 5 inch dengan putaran motor 2.760 Rpm dan ratio 1:30 menghasilkan putaran sebesar 36,80 Rpm.

4.5 Kecepatan Potong Pisau (Feeding)

Dalam perhitungan kecepatan potong pisau yang akan di analisa adalah kecepatan pemakanan pisau dengan spesifikasi ulir M24 x 3 dimana satu kali putaran pada ulir sama dengan ulir bergerak sejauh 3mm dan kecepatan pada mesin yang bervariasi yaitu dimulai dari 92 Rpm, 61.33 Rpm, 46 Rpm, dan 36.80 Rpm maka:

1. Jika putaran pada mesin 92 Rpm

$$\text{Diketahui : } f = 3 \text{ mm/put}$$

$$n = 92 \text{ Rpm}$$

Maka kecepatan potong pisau adalah :

$$F = f \times n$$

$$F = 3 \times 92$$

$$F = 276 \text{ mm/menit} = 4.6 \text{ mm/detik}$$

Maka didapatkan pada putaran mesin 55 Rpm menghasilkan kecepatan potong

sebesar 276 mm/menit setara dengan 4.6 mm/detik.

2. Jika putaran mesin 61.33 Rpm

$$\text{Diketahui : } f = 3 \text{ mm/put}$$

$$n = 61.33 \text{ Rpm}$$

Maka kecepatan potong pisau adalah :

$$F = f \times n$$

$$F = 3 \times 61.33$$

$$F = 183.99 \text{ mm/menit}$$

$$= 3.07 \text{ mm/detik}$$

Maka didapatkan pada putaran mesin 61.33 Rpm menghasilkan kecepatan potong sebesar 183.99 mm/menit setara dengan 3.07 mm/detik.

3. Jika putaran mesin 46 Rpm

$$\text{Diketahui : } f = 3 \text{ mm/put}$$

$$n = 46 \text{ Rpm}$$

Maka kecepatan potong pisau adalah :

$$F = f \times n$$

$$F = 3 \times 46$$

$$F = 138 \text{ mm/menit} = 2.3 \text{ mm/detik}$$

Maka didapatkan pada putaran mesin 46 Rpm menghasilkan kecepatan potong sebesar 138 mm/menit setara dengan 2.3 mm/detik.

4. Jika putaran mesin 36.8 Rpm

$$\text{Diketahui : } f = 3 \text{ mm/put}$$

$$n = 36.8 \text{ Rpm}$$

Maka kecepatan potong pisau adalah :

$$F = f \times n$$

$$F = 3 \times 36.8$$

$$F = 110.4 \frac{\text{mm}}{\text{menit}}$$

$$= 1.84 \text{ mm/detik}$$

Maka didapatkan pada putaran mesin 36.8 Rpm menghasilkan kecepatan potong sebesar 110.4 mm/menit setara dengan 1.84 mm/detik.

4.6 Hasil Kalibrasi Alat Uji Pemotongan (Cutting test Apparatus) Bahan Pertanian

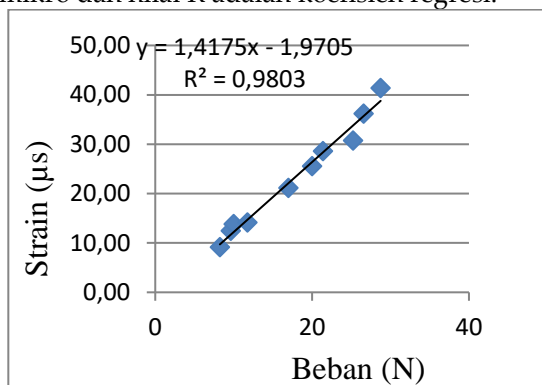
Kalibrasi dilakukan 10 kali pengujian yang diberikan beban yang berbeda setiap pengujiannya. Pengujian kalibrasi dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kalibrasi

| No | Beban (Kg) | Gravitasi | Beban (N) | Strain Micro |
|----|------------|-----------|-----------|--------------|
| 1 | 0.84 | 9.81 | 8.2404 | 9.17 |
| 2 | 0.98 | 9.81 | 9.6138 | 12.48 |
| 3 | 1.02 | 9.81 | 10.0062 | 13.81 |
| 4 | 1.2 | 9.81 | 11.772 | 14.18 |
| 5 | 1.73 | 9.81 | 16.9713 | 21.19 |

| | | | | |
|----|------|------|---------|-------|
| 6 | 2.04 | 9.81 | 20.0124 | 25.55 |
| 7 | 2.18 | 9.81 | 21.3858 | 28.60 |
| 8 | 2.57 | 9.81 | 25.2117 | 30.79 |
| 9 | 2.71 | 9.81 | 26.5851 | 36.23 |
| 10 | 2.93 | 9.81 | 28.7433 | 41.38 |

Dari data hasil pengujian kalibrasi didapatkan nilai ketetapan $y = 1.417x - 1.970$ dan $R^2 = 0.980$ adalah hasil dari kalibrasi beban yang akan digunakan untuk menghitung besar gaya pada saat pengujian. Nilai Y adalah nilai dari strain mikro dan nilai R adalah koefisien regresi.



Gambar 14. Grafik Hubungan Antara Beban Dengan Strain

Dan hasil pengujian dengan kode klasifikasi D3JP1SK1 menghasilkan nilai maksimum = 617.9643 μs , nilai rata-rata = 410.1123 μs , dan nilai minimum = 22.0171 μs .

Dimana :

D3 = Diameter Pulley 3 (4inch)

JP1 = Jenis Pisau 1 (Rata)

Sk1 = Sudut Kemiringan 1 (20°)

Maka nilai gaya pemotongan tebu pada pengujian kodefikasi D3JP1SK1 ialah :

Diketahui :

$$E = 2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

$$A = \pi \times r^2 (\text{jari jari tebu}) = 3.14 \times 0.0035^2 = 0.0038465 \text{ m}^2$$

$$\frac{\Delta L}{L} = \epsilon = 410.1123 \times 10^{-9} \text{ m}$$

Jadi gaya pemotongan tebu ialah:

$$F = E \cdot A \cdot \frac{\Delta L}{L}$$

$$F = 2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2 \cdot 0.0038465 \text{ m}^2 \cdot 410.1123 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$F = 315.499 \text{ N}$$

Maka nilai gaya pemotongan pada tebu pada pengujian kodefikasi D3JP1Sk1 adalah 315.499 N.

5. KESIMPULAN

Dari hasil proses pembuatan yang dilakukan dapat disimpulkan antara lain sebagai berikut:

- Alat uji pemotongan bahan pertanian yang telah dirancang dan dibuat dapat berfungsi dengan baik untuk menguji tahanan potong bahan pertanian (tebu).
- Sensor dan ring transduser dapat dapat mengindra tahanan potong melalui hubungan beban – regangan ($y = 1.417x - 1.970$) dengan $R^2 = 0.980$.
- Uji coba pemotongan dengan menggunakan batang tebu pada jenis pisau (rata, berserat, bergerigi) dapat bekerja dengan baik.
- Biaya untuk pembuatan alat uji relatif murah yakni Rp. 3,661,000 tidak termasuk alat aquisisi data.

DAFTAR PUSTAKA

- Aartsen, J. (1953). *Ekonomi Pertanian Indonesia*. Jakarta: Pembangunan.
- Dunn, W. C. (2006). *Introduction to Instrumentation, Sensors, and Process*.
- H. Darmawan, H. (2004). *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*. Edisi II. Bandung: ITB.
- Hanifah, T. (2017, februari 4). *pengertian pertanian menurut para*. Retrieved Mei 4, 2021, from pertanianb.blogspot.com:http://pertanianb.blogspot.com/2017/02/11-pengertian-pertanian-menurut-para.html
- James W.Dally., W. F. (1993). *Instrumentation For Engineering Measurment*. Canada: John Wiley & Sons, INC.
- Kamarwan, S. (1995). *Statika Bagian Dari Mekanika Teknik*. Jakarta: UI-PRESS.
- Kusno Hadiutomo, M. (2012). *Mekanisasi Pertanian*. Kampus IPB Taman Kencana Bogor: IPB Press.
- Latumaerissa, J. R. (2015). *Perekonomian Indonesia Dan Dinamika Ekonomi Global*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Mosher.A.T. (1966). *Menggerakkan dan Membangun Pertanian*. Jakarta: C.V Yasaguna.
- Perrson, S. (1987). *Mechanics of cutting Plant Material*. An ASAE Monograp, St Josep: ASAE.

- Popov, E. (1978). *Mekanika Teknik*. Translate by Zainul Astamar. 1996. Jakarta: Erlangga.
- Putong, I. (2005). *Teori Ekonomi Mikro*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Sachari Agus, S. Y. (2000). *Tinjauan Desain*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Subandi, R. (2005). *Sistem Ekonomi Indonesia*. Alfabeta.
- Syafrindi, A. L. (2015). *Desain Alat Kepras Tebu dengan Tenaga Hand Traktor untuk*. Banda Aceh: Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI