

UJI TEKNO-EKONOMI ALAT PEMOTONG TAHU YANG ERGONOMIS

Techno-Economic Test of Ergonomic Tofu Cutter

Renny Eka Putri^{*}, Fadhli Anas, Ashadi Hasan

Jurusan Teknik Pertanian dan Biosystem Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Andalas, Kampus Limau Manis-Padang 25163

* *rennyekaputri@ae.unand.ac.id*

ABSTRACT

Process of cutting tofu activities carried out so far is still manually using a ruler and knife. The objective of the study is to design semi-mechanical tofu cutting system and technical analysis of tofu cutting system. This study tested using 2 treatments with 5 replications for each treatment and tests the tofu cutting P1 (size 10 cm x 5 cm) and P2 (5 cm x 5 cm). The results show with in 2 treatments for the effective working capacity is 126.2 kg/hour and 119.64 kg/hour, theoretical capacity 145.73 kg/hour, tool efficiency 86.578% and 82.08%, perfect cut percentage 88,54% and 89,30%, the percentage of yield damage is 5.16% and 3.96%, yield loss is 6.29% and 6.72%, operator power is 24.61 watts and 24.27 watts. Based on economic analysis carried out, the basic cost for cutting process is Rp. 5/kg. This semi-mechanical tofu cutting tool is more efficient than manually.

Keywords : tofu, capacity, cutting tool

ABSTRAK

Industri rumah tangga masih melakukan pemotongan tahu secara manual dengan menggunakan penggaris dan pisau. Dalam membuat alat mesin pertanian sangat dibutuhkan aspek ergonomis dari alat tersebut. Alat yang dibuat dapat memberikan kenyamanan pada para pekerja nantinya. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengembangan alat pemotong tahu semi mekanis yang ergonomis untuk meningkatkan efektivitas waktu potong tahu, analisis teknis alat pemotong tahu. Penelitian ini meliputi pengembangan alat pemotong tahu semi mekanis yang menggunakan 2 perlakuan dengan 5 kali ulangan setiap perlakuan dan melakukan uji terhadap alat pemotong tahu dengan kadar air P1 (10 cm x 5 cm) dan P2 (5 cm x 5 cm) berturut-turut 82,19% dan 80,35%. Hasil penelitian dari pengujian alat dengan 2 perlakuan menghasilkan kapasitas kerja efektif alat 126,2 kg/jam dan 119,64 kg/jam, kapasitas teoritis 145,73 kg/jam, efisiensi alat 86,578% dan 82,08%, persentase terpotong sempurna 88,54% dan 89,30%, persentase kerusakan hasil 5,16% dan 3,96%, kehilangan hasil 6,29% dan 6,72%, daya operator 24,61 watt dan 24,27 watt. Alat ini diharapkan dapat membantu industri rumah tangga dalam proses pemotongan tahu.

Kata Kunci : tahu, kapasitas, alat pemotong.

*Submit: 2 Juli 2021 * Revisi: 13 Agustus 2021 * Accepted: 2 Oktober 2021 * Publish: 15 November 2021*

PENDAHULUAN

Tahu merupakan salah satu produk hasil olahan dari kedelai. Tahu adalah salah satu makanan tradisional khas Indonesia yang diproduksi dan dikonsumsi secara turun-temurun. Pada beberapa industri rumah tangga di Sumatera Barat, kegiatan pemotongan tahu masih belum efisien karena pemotongan tahu masih manual menggunakan penggaris dan pisau. Proses ini mengharuskan pekerja menunduk untuk memotong tahu yang dapat mengakibatkan pekerja lebih cepat mengalami kelelahan dan sakit punggung. Selain itu proses pemotongan tahu yang menggunakan penggaris dan pisau juga dapat memakan waktu yang lama dan kemungkinan terjadi kecacatan pada produk lebih sering. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan membuat alat pemotong tahu semi mekanis yang telah ditentukan ukuran potong sehingga waktu yang digunakan lebih cepat.

Pengamatan dilakukan terhadap manusia, lingkungan, mesin, peralatan dan bahan baku yang digunakan untuk proses produksi karena semua itu saling berinteraksi, sehingga memerlukan pemahaman tentang manusia dan fasilitas kerja yang digunakannya. Pekerjaan dengan beban yang berat dan perancangan fasilitas kerja yang tidak ergonomis mengakibatkan pengerahan tenaga yang berlebihan, juga postur kerja yang salah dapat mengakibatkan ketidaknyamanan dalam bekerja, hal ini berakibat timbulnya keluhan dan kelelahan dini [1] [2].

Alat pemotong tahu yang sudah berkembang pada industri rumah tangga masih menggunakan alat-alat yang

seadanya saja seperti: pisau dapur, penggaris kayu. Kapasitas kerja dari alat yang digunakan pada industri rumahan sekarang ini tergantung kepada pekerjaannya sendiri. [3] melakukan perancangan alat pemotong tahu dengan metode benchmarking. Data menunjukkan dengan menggunakan alat dengan bahan stainless steel, dengan ukuran 48 cm x 46,40 cm x 5 cm dan berat 3,7 kg yang dapat menghasilkan waktu pemotongan selama 47 detik.

Pada alat yang akan dikembangkan ini, akan menitik beratkan pada aspek rancangan yang ergonomis. Kelebihan menggunakan ilmu antropometri yaitu dapat mengetahui dan menyesuaikan bentuk serta ukuran yang sesuai dengan keadaan operator. Dengan penerapan ilmu antropometri operator dapat mengoperasikan alat dengan nyaman dan dapat mengurangi kelelahan saat bekerja.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu :

1. Melakukan pengembangan alat pemotong tahu semi mekanis untuk meningkatkan efektivitas waktu potong tahu.
2. Melakukan analisis teknis alat pemotong tahu.
3. Melakukan analisis ekonomi alat pemotong tahu.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengembangan alat pemotong tahu semi mekanis disusun oleh beberapa komponen seperti rangka utama, kawat pemotong, media penampung irisan tahu. Proses pemotongan tahu di UD Super Indra dengan ukuran panjang potongan tahu 10 cm, lebar 5 cm, dan

tinggi 3,5 cm dan luas tahu yang siap untuk dipotong yaitu 40 cm x 40 cm. Ukuran pemotongan tahu dilakukan dengan 2 perlakuan, perlakuan pertama yaitu 10 cm x 5 cm dan perlakuan kedua 5 cm x 5 cm. Masing-masing perlakuan di ulang sebanyak 5 kali. Untuk satu ulangan menggunakan 5 cetakan tahu berukuran 40 cm x 40 cm. Tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

Analisis Rancangan Struktural

1. Rangka Utama

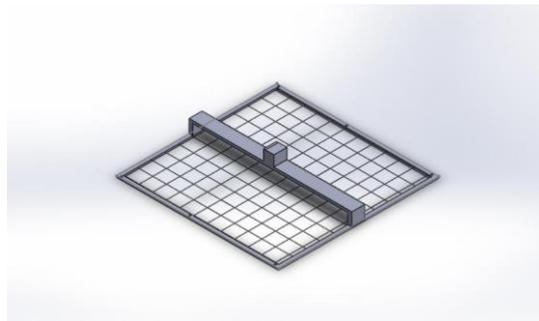
Rangka utama terbuat dari besi *hollow* dengan ukuran (30 mm x 30 mm x 1,2 mm) yang dengan alasan memilih bahan besi dari *hollow* agar nantinya alat yang akan dirancang memiliki ketahanan dan kekuatan untuk menopang beban. Bentuk kaki alat ini dirancang dengan bentuk persegi panjang dengan ukuran Tinggi rangka alat adalah 40 cm, dan lebar alat 45 cm x 45 cm. Gambar rangka utama ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangka Utama

2. Senar Pemotong

Kawat/ senar gitar adalah bagian yang berfungsi untuk memotong tahu, banyak kawat pemotong/ senar gitar untuk perlakuan pertama yaitu 10 kawat dengan ukuran potongan tahu 10 cm x 5 cm dan perlakuan kedua sebanyak 14 kawat untuk ukuran potongan tahu 5 cm x 5 cm. Gambar senar pemotong dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Senar Pemotong

3. Tuas Pemotong

Tuas pemotong berfungsi untuk menekan rangka senar pemotong yang terletak pada bagian paling atas dari rangka utama dan rangka senar pemotong, tuas pemotong dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tuas Pemotong

Analisis Rancangan Fungsional

Analisis rancangan fungsional ini untuk menentukan komponen-komponen utama yang ada pada alat, diantaranya adalah:

1. Kerangka utama berfungsi sebagai kerangka dasar tempat dudukan komponen-komponen alat.
2. Kawat pemotong berfungsi sebagai alat memotong bahan yang akan di potong.
3. Bagian Penampung Tahu berfungsi sebagai tempat penampung tahu yang setelah di potong.

Analisis Gaya Alat

Analisis gaya alat yang bertujuan untuk mengetahui gaya yang bekerja. Menghitung gaya yang dibutuhkan untuk memotong tahu, uji kekerasan tahu yang dilakukan dengan alat *Texture Analyzer* dengan 5 buah sampel tahu. Sebelum dilakukannya pembuatan alat, dilakukan pengujian kekerasan tahu menggunakan alat ukur *Texture Analyzer*. Berdasarkan pengujian dengan menggunakan *Texture Analyzer*, Gaya yang didapatkan untuk memotong tahu yaitu 0,83 N seperti yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Kekerasan Tahu

Sampel	Gr	Kg	N
1	78,5	0,0785	0,769
2	79,0	0,079	0,774
3	91,0	0,091	0,892
4	81,0	0,081	0,794
5	94,0	0,094	0,921
Rata-rata	84,7	0,0847	0,83

Sumber : Data Hasil Penelitian

Gaya yang didapatkan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$F = m \times g \dots\dots\dots (1)$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} m &= 84,7 \text{ gr} = 0,0847 \text{ kg} \\ g &= 9,8 \text{ m/s} \\ F &= 0,0847 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s} \\ &= 0,83 \text{ N} \end{aligned}$$

Dengan :

$$\begin{aligned} F &= \text{Gaya untuk memotong (N)} \\ m &= \text{Massa (kg)} \\ g &= \text{Gravitasi (m/s)} \end{aligned}$$

Untuk menghitung tekanan yang akan diberikan terhadap tahu, agar tahu bisa terpotong dengan ukuran potongan 10 cm x 5 cm dan 5 cm x 5 cm, dengan menggunakan persamaan berikut :

$$P = F / A \dots\dots\dots(2)$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} F &= 0,83 \text{ N} \\ \text{Diameter senar} &= 0,36 \text{ mm} \\ &= 0,00036 \text{ m} \\ \text{Panjang senar} &= 47 \text{ cm} \\ &= 0,47 \text{ m} \\ A &= \text{Diameter senar} \times \text{Panjang senar} \\ &= 0,00036 \text{ m} \times 0,47 \text{ m} \\ &= 1,692 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ P &= F / A \\ &= 0,83 \text{ N} / 1,692 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ &= 4905,437 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} P &= \text{Tekanan (N/m}^2\text{)} \\ F &= \text{Gaya (Newton)} \\ A &= \text{Luas penampang senar (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

Menghitung regangan senar untuk memotong tahu dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Regangan} = \Delta l / l_0$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} \Delta l &= 0 \text{ m} \\ l_0 &= 47 \text{ cm} = 0,47 \text{ m} \\ \text{Regangan} &= \frac{0 \text{ m}}{0,47 \text{ m}} \\ &= 0 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \Delta l &= \text{Perubahan Panjang (m)} \\ l_0 &= \text{Panjang Awal (m)} \end{aligned}$$

Pengamatan

Adapun pengamatan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Kadar Air Tahu

Pengujian kadar air tahu dilakukan dengan dua perlakuan yaitu pengujian sebelum tahu terpotong dan tahu setelah terpotong. Pengujian kadar air dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu 105 °C. Perhitungan

persentase kadar air tahu secara matematis dapat di hitung menggunakan persamaan berikut :

$$KA = \frac{B-C}{B-A} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- KA = Kadar Air (%)
- A = Berat cawan kosong (g)
- B = Berat cawan + sampel sebelum dikeringkan dengan oven (g)
- C = Berat cawan + sampel setelah dikeringkan dengan oven (g)

2. Kapasitas Kerja Efektif

Kapasitas kerja efektif alat pemotong tahu secara matematis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$KKE = \frac{B}{t} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- KKE = Kapasitas Kerja Efektif pemotong tahu (kg/Jam)
- B = Jumlah hasil pemotongan (kg)
- t = Lamanya waktu pemotongan (Jam)

3. Kapasita Teoritis

Perhitungan kapasitas teoritis pada alat pemotong tahu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$KKT = (p \times l) \times BV \times v \dots\dots(5)$$

Keterangan :

- KKT = Kapasitas Kerja teoritis (kg/jam)
- p = Panjang tahu (m)
- l = Lebar Tahu (m)
- BV = Berat Volume (kg/m³)

V = Kecepatan Pemotongan (m/jam)

4. Efisiensi Alat Pomotong Tahu

Efisiensi alat pemotong tahu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\eta = \frac{KKE}{KT} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- η = Efisiensi pemotongan %
- KKE = Kapasitas Kerja Efektif (kg/jam)
- KT = Kapasitas Teoritis (kg/jam)

5. Persentase Terpotong Sempurna

Persentase terpotong sempurna merupakan banyak tahu terpotong dari alat yang dinyatakan dalam persen. Indikasi tahu terpotong sempurna adalah bila ukuran tahu yang terpotong sesuai dengan ukuran yang diharapkan tanpa mengalami cacat sedikitpun. Pengukuran persentase tahu terpotong sempurna dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$TS = \frac{JTTS}{m} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

- TS = Persentase Terpotong Sempurna (%)
- JTTS = Jumlah tahu terpotong sempurna (kg)
- m = Berat tahu (kg)

6. Persentase Kerusakan Hasil

Kerusakan hasil didefinisikan sebagai proses pemotongan tahu yang menyebabkan tahu cacat/tidak terpotong sempurna. Persentase kerusakan hasil dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$PKH = \frac{BRT}{BTK} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

PKH = Persentase Kerusakan Hasil (%)

BTR = Berat tahu yang rusak (kg)

BTK = Berat tahu keseluruhan (kg)

7. Persentase Kehilangan Hasil

Persentase kehilangan hasil merupakan selisih antara berat tahu sebelum dipotong dan yang telah dipotong. Pengukuran persentase kehilangan hasil dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$KH = \frac{BA - BB}{BA} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

KH = Kehilangan hasil (%)

BA = Berat Awal Tahu (kg)

BB = Berat output (kg)

8. Analisis Daya Operator

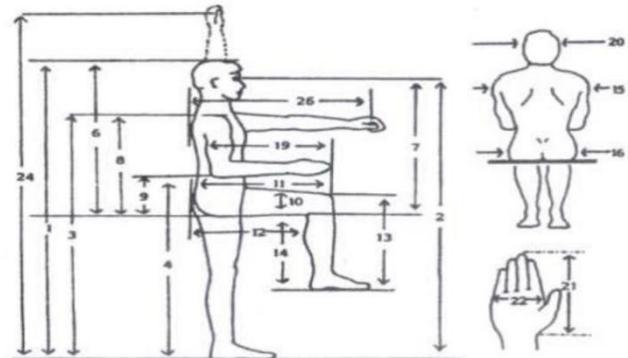
Proses pemotongan tahu yang dilakukan secara manual maupun dengan menggunakan alat pasti memerlukan energi dari manusia. Manusia membutuhkan energy untuk melakukan suatu pekerjaan. Pengukuran denyut jantung operator setelah melakukan pemotongan, bertujuan untuk mengetahui berapa kW energy yang dikeluarkan untuk melakukan pemotongan. Denyut jantung pekerja dapat diukur dengan menggunakan alat *Garmin Forerunner 35* dan *Heart Rate Monitor (HRM)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Rancangan Ergonomi

Manusia pada umumnya memiliki bentuk dan dimensi tubuh yang berbeda-beda, maka dilakukan pengukuran pada anggota tubuh untuk dapat diaplikasikan

dalam berbagai rancangan atau fasilitas kerja, seperti pada Gambar 4 [4].



Gambar 4. Antropometri yang Digunakan dalam Perancangan

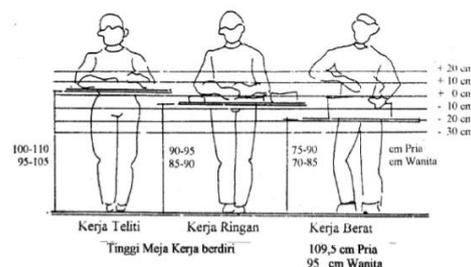
Pengaplikasian data anthropometri ada beberapa prinsip yang harus ditetapkan terlebih dahulu, yaitu:

1. Perancangan fasilitas berdasarkan individu
2. Perancangan fasilitas yang bias disesuaikan
3. Perancangan fasilitas berdasarkan ukuran rata-rata

Data antropometri pada alat pemotong tahu dengan analisis tangkai penekan memperhatikan aspek ergonomic diantaranya

a. Penentuan tinggi alat

Pada perancangan alat memperhatikan data tinggi badan pada posisi berdiri tegak persentil 50 pria yaitu 1632 mm [5]. Desain tinggi meja kerja dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Meja Kerja

b. Penentuan Diameter Genggaman Tangan

Perancangan diameter genggaman tuas juga memperhatikan aspek antropometri persentil 50 yaitu diameter genggaman tangan maksimum 48 mm [5]. Beberapa antropometri tangan yang perlu diukur adalah [6]:

1. Panjang tangan
2. Panjang telapak tangan
3. Lebar tangan sampai ibu jari
4. Lebar tangan sampai matakarpal
5. Ketebalan tangan sampai matakarpal
6. Lingkar tangan sampai telunjuk
7. Lingkar tangan sampai ibu jari

Diameter genggaman tangan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diameter Genggaman Tangan

Analisis Antropometri

Perhitungan analisis antropometri tinggi badan pada posisi tegak menggunakan rumus:

- a. Menghitung Nilai Rata-rata

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum^n}{n}$$

Dimana :

X_{rerata} = Rata-rata dimensi tubuh

\sum^n = Total data dimensi tubuh

n = Jumlah data yang diambil

Tinggi badan pada posisi berdiri tegak berdasarkan data antropometri persentil 50% adalah 1632 mm. Maka diperoleh perhitungan :

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum^n}{n}$$

$$= \frac{1632 \text{ mm}}{1}$$

$$= 1632 \text{ mm}$$

- b. Menghitung Standar Deviasi (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X_{\text{rerata}} - X)^2}{n-1}}$$

Dimana :

X = Dimensi tubuh

n = Jumlah data yang diambil

Dimensi tinggi tubuh pada posisi berdiri tegak berdasarkan data antropometri persentil 50% adalah 1632 mm, maka diperoleh perhitungan:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X_{\text{rerata}} - X)^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{(1632 \text{ mm} - 1632 \text{ mm})^2}{3-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0 \text{ mm})^2}{2}}$$

$$= \sqrt{0}$$

$$= 0 \text{ mm}$$

- c. Menghitung Nilai Persentil 95%

$$P_x = X_{\text{rerata}} + 1,645(SD)$$

Dimana :

X_{rerata} = Nilai rata-rata dimensi tubuh

SD = Standar deviasi

1,645 = Nilai persentil 95

P_x = Nilai persentil ke-x

Maka diperoleh rancangan tinggi badan pada posisi berdiri tegak jika menggunakan persentil 95%:

$$P_x = X_{\text{rerata}} + 1,645(SD)$$

$$= 1632 \text{ mm} + 1,645(61)$$

$$= 1632 \text{ mm} + 100,34$$

$$= 1732,34 \text{ mm}$$

Data ini digunakan untuk perancangan tinggi alat pemotong jika menggunakan antropometri 95%

- d. Menghitung Nilai Persentil 5%

$$P_x = X_{\text{rerata}} - 1,645(SD)$$

Dimana :

Xrerata = Nilai rata-rata dimensi tubuh

SD = Standar deviasi

1,645 = Nilai persentil 95

Px = Nilai persentil ke-x

Maka diperoleh rancangan tinggi badan pada posisi berdiri tegak jika menggunakan persentil 5%:

$$\begin{aligned} Px &= Xrerata - 1,645 (SD) \\ &= 1632 \text{ mm} - 1,645 (61) \\ &= 1632 \text{ mm} - 100,34 \\ &= 1531,66 \text{ mm} \end{aligned}$$

Data ini digunakan untuk perancangan tinggi alat jika menggunakan data antropometri 5%.

Perhitungan analisis antropometri diameter genggam tangan menggunakan rumus :

a. Menghitung Nilai Rata-rata

$$Xrerata = \frac{\sum n}{n}$$

Dimana :

Xrerata = Rata-rata dimensi tubuh

$\sum n$ = Total data dimensi tubuh

n = Jumlah data yang diambil

Diameter genggam tangan berdasarkan data antropometri persentil 50% adalah 48 mm. Maka diperoleh perhitungan :

$$\begin{aligned} Xrerata &= \frac{\sum n}{n} \\ &= \frac{48 \text{ mm}}{1} \\ &= 48 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Menghitung Standar Deviasi (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (Xrerata - X)^2}{n-1}}$$

Dimana :

X = Dimensi tubuh

n = Jumlah data yang diambil

Diameter genggam tangan berdasarkan data antropometri persentil

50% adalah 48 mm, maka diperoleh perhitungan:

$$\begin{aligned} SD &= \sqrt{\frac{\sum (Xrerata - X)^2}{n-1}} \\ SD &= \sqrt{\frac{(48 \text{ mm} - 48 \text{ mm})^2}{3-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(0 \text{ mm})^2}{2}} \\ &= \sqrt{0} \\ &= 0 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Menghitung Nilai Persentil 95%

$$Px = Xrerata + 1,645(SD)$$

Dimana :

Xrerata = Nilai rata-rata dimensi tubuh

SD = Standar deviasi

1,645 = Nilai persentil 95

Px = Nilai persentil ke-x

Maka diperoleh rancangan diameter genggam tangan jika menggunakan persentil 95%:

$$\begin{aligned} Px &= Xrerata + 1,645 (SD) \\ &= 48 \text{ mm} + 1,645 (2) \\ &= 48 \text{ mm} + 3,29 \\ &= 51,29 \text{ mm} \end{aligned}$$

Data ini digunakan untuk perancangan genggam tuas pemotong jika menggunakan antropometri 95%

d. Menghitung Nilai Persentil 5%

$$Px = Xrerata - 1,645(SD)$$

Dimana :

Xrerata = Nilai rata-rata dimensi tubuh

SD = Standar deviasi

1,645 = Nilai persentil 95

Px = Nilai persentil ke-x

Maka diperoleh rancangan diameter genggam tangan jika menggunakan persentil 5%:

$$\begin{aligned} Px &= Xrerata - 1,645 (SD) \\ &= 48 \text{ mm} - 1,645 (2) \\ &= 48 \text{ mm} - 3,29 \\ &= 44,71 \text{ mm} \end{aligned}$$

Data ini digunakan untuk perancangan diameter genggam tangan tuas

pemotong menggunakan data antropometri 5%

Hasil Rancangan Alat Pemotong Tahu Semi Mekanis

Alat pemotong tahu semi mekanis dalam penelitian ini menggunakan beberapa komponen sebagai sarana pendukung agar kinerja alat dapat berfungsi dengan baik. Alat pemotong tahu semi mekanis ini bertujuan untuk mempercepat waktu pemotongan tahu dan mengurangi kecelakaan terjadinya luka pada pekerja. Alat pemotong tahu semi mekanis dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Alat Pemotong Tahu Semi Mekanis

Alat pemotong tahu semi mekanis ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu:



Gambar 8. Komponen Alat Pemotong Tahu

1. Rangka Utama

Rangka Utama merupakan bagian dudukan komponen-komponen dari alat pemotong tahu semi mekanis, dimana bahan yang digunakan yaitu besi hollow yang di las membentuk balok dengan ukuran 45 cm x 45 cm dengan tinggi 40 cm. rangka utama berfungsi sebagai penopang untuk menahan komponen lainnya sekaligus sebagai dudukan tahu.

2. Senar Pemotong

Kawat/ senar gitar adalah bagian yang berfungsi untuk memotong tahu, banyak kawat pemotong/ senar gitar untuk perlakuan pertama yaitu 10 kawat dengan ukuran potongan tahu 10 cm x 5 cm dan perlakuan kedua sebanyak 14 kawat untuk ukuran potongan tahu 5 cm x 5 cm.

3. Tuas Pemotong

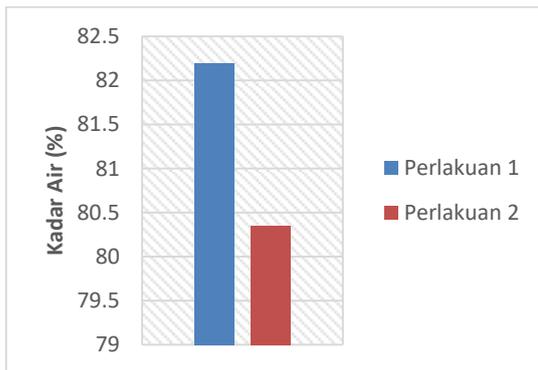
Tuas pemotong berfungsi untuk menekan rangka senar pemotong yang terletak pada bagian paling atas dari rangka utama dan rangka senar pemotong. Tuas pemotong menggunakan bahan besi hollow.

Uji Teknis Alat Pemotong Tahu

Uji teknis alat pemotong tahu semi mekanis bertujuan untuk menguji kerja alat yang dibuat apakah alat bekerja atau tidak. Pengujian alat pemotong tahu meliputi beberapa pengamatan yaitu:

1 Kadar Air tahu

Kadar air merupakan banyaknya kandungan air yang terdapat pada tahu dengan satuan persen. Data kadar air dapat dilihat pada Gambar 9.

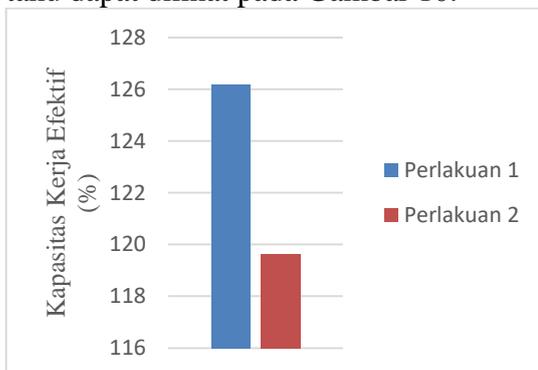


Gambar 9. Rata-rata Kadar Air Tahu

Berdasarkan data yang didapatkan, nilai kandungan kadar air rata-rata tahu pada P1 lebih besar dari nilai rata-rata kadar air pada perlakuan P2, yaitu P1 (82,19%) dan P2 (80,35%). Menurut [7] kadar air tahu berkisar antara 80,18% sampai 83,17%.

2 Kapasitas Kerja Efektif

Kapasitas kerja efektif pemotong yaitu kemampuan alat pemotong persatuan waktu. Hasil pengamatan kapasitas kerja efektif alat pemotong tahu dapat dilihat pada Gambar 10.



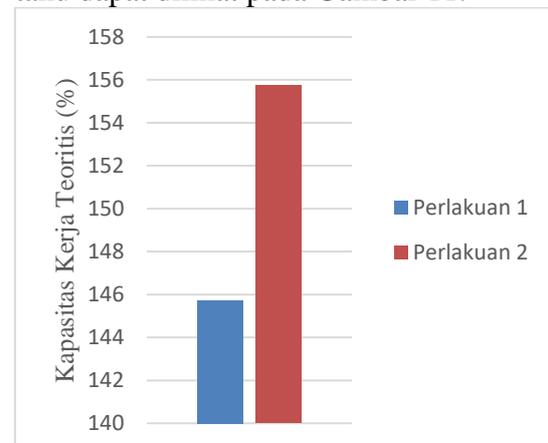
Gambar 10. Rata-rata Kapasitas Kerja Efektif

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil pengujian alat pemotong tahu semi mekanis, nilai rata-rata kapasitas kerja efektif pada perlakuan P1 (126,2 kg/jam) dan P2 (119,64 kg/jam) adalah berbeda. Perbedaan nilai kapasitas kerja efektif pada pemotongan dipengaruhi

oleh berat tahu setelah dicetak dan ukuran tahu yang akan dipotong berbeda. Hal lain yang mempengaruhi nilai rata-rata kapasitas kerja efektif yaitu kecepatan pengoperasian alat dari sang operator, karena kecepatan berbeda sehingga waktu yang dibutuhkan tiap pengulangan dan perlakuan juga berbeda.

3 Kapasitas Teoritis

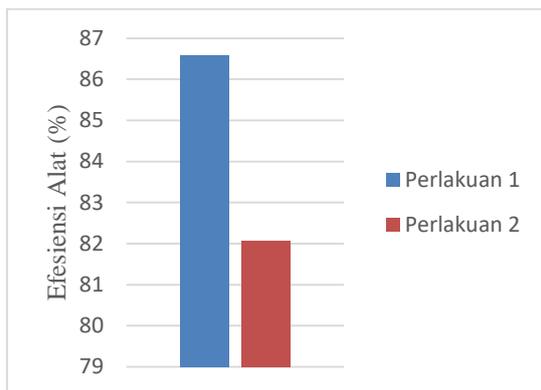
Kapasitas kerja teoritis alat pemotong tahu semi mekanis yang didapatkan berdasarkan sampel yang uji pada saat dilakukannya penelitian. Nilai kapasitas kerja teoritis yang didapatkan pada P1 (145,73 kg/jam) dan P2 (155,736 kg/jam). Berdasarkan pengamatan dan hasil perhitungan kapasitas kerja teoritis alat pemotong tahu dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Rata-rata Kapasitas Kerja Teoritis

3 Efisiensi Alat Pemotong Tahu

Efisiensi alat pemotong tahu merupakan perbandingan antara kapasitas kerja efektif dan kapasitas kerja teoritis yang didapatkan dari alat pemotong tahu. Berdasarkan dari pengamatan dan hasil perhitungan yang dilakukan terhadap alat pemotong tahu yang dapat dilihat pada Gambar 12.

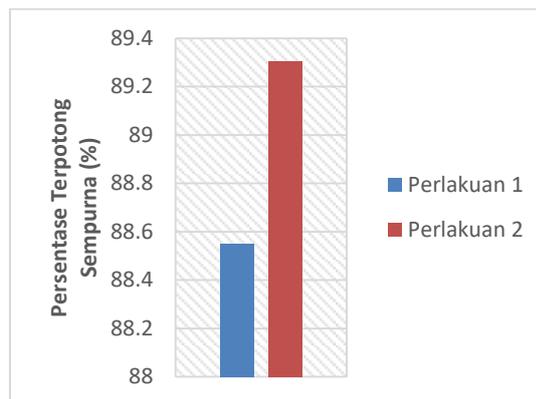


Gambar 12. Rata-rata Persentase Efisiensi Alat

Berdasarkan data yang didapatkan, nilai rata-rata efisiensi alat pemotong tahu yang ditunjukkan pada dua perlakuan yaitu P1 (86,578 %) dan P2 (82,08 %). Hal ini menunjukkan bahwa alat pemotong tahu semi mekanis lebih efisien dari alat pemotong yang manual yaitu 26,50 %. Berdasarkan Gambar 12, nilai rata-rata efisiensi alat pemotong tahu tertinggi pada perlakuan 1 yaitu 86,578 %, Perbedaan nilai rata-rata efisiensi disebabkan oleh nilai kapasitas kerja efektif yang berbeda sehingga nilai persentase efisiensi alat juga berbeda.

4 Persentase Terpotong Sempurna

Persentase terpotong sempurna pemotongan tahu ditentukan dengan cara melihat hasil yang terpotong dari hasil pemotongan oleh alat pemotong tahu. Persentase yang dihasilkan dari berat tahu yang terpotong sesuai dengan ukuran pemotongan dibandingkan dengan berat awal tahu sebelum dilakukannya pemotongan. Data persentase terpotong sempurna dapat dilihat pada Gambar 13.

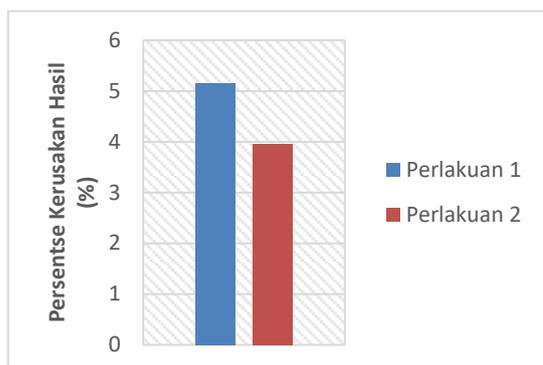


Gambar 13. Rata-rata Persentase Terpotong Sempurna

Berdasarkan data yang didapatkan dari pengujian alat pemotong tahu semi mekanis, nilai rata-rata persentase terpotong sempurna antara P1 (88,54%) dan P2 (89,30%) adalah berbeda, hal ini dipengaruhi oleh tahu yang dipotong menggunakan perlakuan yang berbeda, dimana pada P1 dilakukan pemotongan yang menghasilkan potongan tahu dengan ukuran 10 cm x 5 cm, sedangkan untuk P2 dilakukan pemotongan dengan ukuran 5 cm x 5 cm, sehingga berat satu potong tahu yang hasil potongannya sempurna/tanpa cacat sedikitpun antara P1 dan P2 juga berbeda.

5 Persentase Kerusakan Hasil

Persentase kerusakan hasil pemotongan tahu ditentukan dengan cara melihat hasil potongan yang rusak/tidak utuh. Persentase yang dihasilkan dari berat tahu yang rusak dibandingkan dengan berat awal tahu. Data persentase kerusakan hasil dapat dilihat pada Gambar 14.

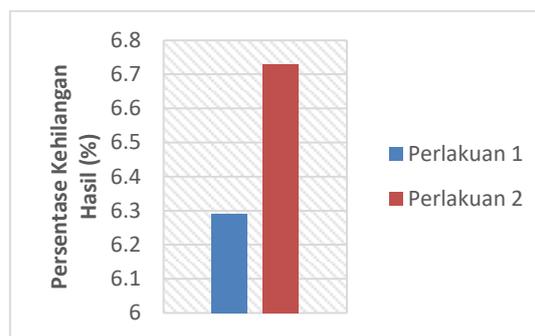


Gambar 14. Rata-rata Persentase Kerusakan Hasil

Berdasarkan data pengamatan dan perhitungan yang didapatkan nilai persentase kerusakan hasil antara P1 (5,16 %) dan P2 (3,96%). Hal ini dipengaruhi oleh potongan tahu yang menggunakan perlakuan yang berbeda, dimana pada perlakuan P1 menggunakan ukuran pemotongan 10 cm x 5 cm, sedangkan untuk perlakuan P2 menggunakan ukuran pemotongan 5 cm x 5 cm dan pada saat mobilisasi tahu ke tempat penelitian, terjadi benturan terhadap tahu yang menyebabkan kecacatan terhadap tahu itu sendiri, sehingga terdapat hasil potongan tahu yang yang sumbing/tidak memenuhi kriteria ukuran potongan tahu yang telah ditentukan.

6 Persentase Kehilangan Hasil

Persentase kehilangan hasil dalam pengamatan yang dilakukan dengan cara membandingkan berat sampel yang dikurangi output dengan berat sampel tahu. Data persentase kehilangan hasil dapat dilihat pada Gambar 15.



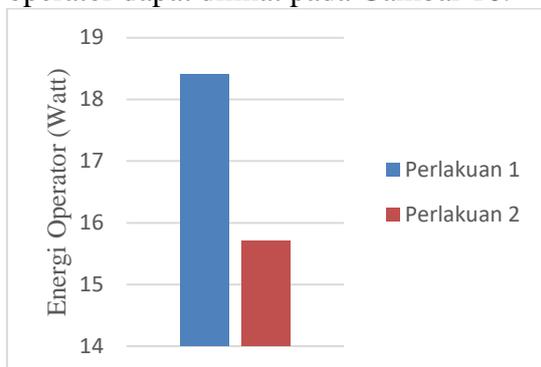
Gambar 15. Rata-rata Persentase Kehilangan Hasil

Berdasarkan data yang didapatkan, persentase kehilangan hasil pada P1 dan P2 beturut-turut adalah 6,29% dan 6,72%, hal ini menunjukkan pada kedua perlakuan hanya sedikit selisih persentase kehilangan hasilnya. Hal ini dipengaruhi pada saat tahu dipindahkan dari cetakan ke talenan untuk dipotong dengan alat pemotong, ukuran tahu mengalami sedikit perubahan dari ukuran cetakan tahu karena tahu memiliki fisik yang lunak, sehingga tahu yang akan dipotong melebihi ukuran frame dari alat pemotong itu sendiri yang menyebabkan sisa potongan tahu tidak bisa dipasarkan karena ukurannya tidak memenuhi batas ukuran yang telah ditentukan.

7 Analisis Daya Operator

Pengukuran daya operator dilakukan untuk mengetahui berat ringannya suatu pekerjaan yang dilakukan oleh operator berdasarkan pengukuran denyut nadi per menit. Dengan menggunakan *Garmin Foreruner 35* dan *Stopwatch* denyut nadi operator dapat dicatat. Denyut nadi sesudah bekerja dapat dicocokkan dengan table tingkat beban kerja yang didasarkan pada denyut jantung manusia berumur 20-50 tahun. Tabel kategori beratnya suatu pekerjaan dapat dilihat

pada Tabel 2. Data pengukuran daya operator dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Rata-rata Daya Operator

Pengukuran denyut nadi pada saat pemotongan didapatkan nilai rata-rata pada perlakuan pertama dan perlakuan kedua didapatkan 67,6 denyut/menit dan 64,8 denyut/menit, keduanya termasuk dalam kategori tingkat kerja sangat ringan. Daya yang dihasilkan berdasarkan perhitungan interpolasi, daya semi mekanis rata-rata 18,396 W dan 15,708 W. Hal ini dipengaruhi oleh berat tahu yang diangkat ke alat pemotong yang lumayan berat, sehingga membuat denyut nadi sedikit mengencang.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa :

1. Telah dihasilkan pengembangan alat pemotong tahu semi mekanis dengan memperhatikan aspek ergonomic, tinggi alat, lebar alat, lamanya waktu pengoperasian alat.
2. Hasil pengujian dengan 2 jenis perlakuan untuk pemotongan tahu yang mempunyai ukuran 10 cm x 5 cm dengan nilai rata-rata kapasitas kerja efektif sebesar 126,2 kg/jam dan nilai rata-rata kapasitas kerja efektif untuk ukuran pemotongan 5 cm x 5 cm sebesar 119,64 kg/jam,

sedangkan nilai rata-rata efisiensi alat berturut-turut sebesar 74,08 % dan 70,23 %.

3. Analisis ekonomi yang telah dilakukan, didapatkan biaya tetap pada alat pemotong tahu sebesar Rp 196.000 / tahun, sedangkan biaya tidak tetap sebesar Rp 6394 / jam, dan biaya pokok sebesar Rp 5 /kg

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susanto, A., Perancangan Meja Kerja untuk Alat Pres Plastik yang Ergonomis Menggunakan Metode Rasional dan Pendekatan Anthropometri. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2014.
- [2] Tarwaka, S.H.A. Bakri, and L. Sudiajeng, *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. 2004, Malang: Universitas Brawijaya Press.
- [3] Nugroho, M., N. Adi, and A.K.A. Ghofari, Perancangan Alat Pemotong Tahu dengan Metode Benchmarking, in *Doktoral*. 2018, Universitas Muhammadiyah: Surakarta.
- [4] Wignjosebroto, S., *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. 1995, Jakarta: Guna Widya.
- [5] Nurmianto, E., *Ergonomi, Konsep Dasar, dan Aplikasinya*. 1991, Surabaya: Guna Widya.
- [6] Liliana, Y. *Pertimbangan Antropometri pada Pendisainan*. in *Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir*. 2007. Yogyakarta.
- [7] Andarwulan, N., *Pengaruh Perbedaan Jenis Kedelai terhadap Kualitas Mutu Tahu*, in *Ilmu dan Teknologi Pangan*. 2018, Institut Pertanian Bogor: Bogor.