



Desain Alat Bantu Pemotong Tahu Dengan Pendekatan Metode *Nigel Cross* Dan *Value Engineering*

Design of a Tofu Cutting Aid with the Nigel Cross Method and Value Engineering Approach

Rizqi Wahyudi*, Asrori Latif

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

ABSTRAK

Permasalahan utama pada pabrik tahu Pak Sujadi adalah pada proses pemotongan yang masih dilakukan secara manual dan menghasilkan defect variasi ukuran. Proses pemotongan tahu yang dilakukan secara manual menghasilkan cacat variasi ukuran tahu sebanyak 47 potong dan waktu proses pemotongan 81,79 detik. Peningkatan efisiensi proses produksi menjadi fokus utama dalam pengembangan alat pada industri makanan termasuk di pabrik tahu Pak Sujadi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat pemotong tahu yang lebih efisien menggunakan metode *Nigel Cross* dan rekayasa nilai (*value engineering*). Metode *Nigel Cross* diterapkan melalui tujuh tahap sistematis mulai dari klasifikasi tujuan sampai dengan rincian perbaikan (*value engineering*). Pendekatan *value engineering* digunakan untuk mengurangi biaya tanpa mengurangi kualitas dan fungsionalitas alat. Hasil penelitian alat pemotong tahu dirancang mampu mengurangi waktu proses pemotongan hingga 70,44% dan menurunkan cacat variasi ukuran tahu sebesar 95,74%. Metode *value engineering* mengurangi biaya material alat sebesar 22%. Material penyusun alat terdiri dari bantalan pegangan berbahan *grip rubber*, pegangan dari hollow aluminium, penyangga pegangan dan matriks pemotong berbahan plat *stainless steel*.

Kata Kunci: cacat, efisiensi, *nigel cross*, pemotong tahu, *value engineering*

ABSTRACT

The main issue at Pak Sujadi's tofu factory is the cutting process, which is still done manually and results in size variation defects. The manual tofu cutting process produces 47 defective pieces due to size variation and takes 81.79 seconds. Improving the efficiency of the production process has become the main focus in the development of tools in the food industry, including at Pak Sujadi's tofu factory. This research aims to design a more efficient tofu cutting tool using the *Nigel Cross* method and value engineering. The *Nigel Cross* method is applied through seven systematic stages, from goal classification to improvement details (*value engineering*). The value engineering approach is used to reduce costs without compromising the quality and functionality of the tool. The results of the tofu cutter research show that it can reduce the cutting process time by 70.44% and decrease the defect rate of tofu size variation by 95.74%. The value engineering method reduces the material costs of the tool by 22%. The materials used in the tool consist of grip rubber handle pads, hollow aluminium handles, handle supports, and cutting matrices made of stainless-steel plates.

Keywords: defect, efficiency, *nigel cross*, tofu cutter, *value engineering*

PENDAHULUAN

Industri kecil merupakan salah satu bentuk ekonomi rakyat yang memiliki potensi dalam ekonomi kerakyatan dan berdampak meningkatkan perekonomian nasional (Wahyudi et al., 2022). Salah satu industri kecil yang bergerak di bidang pangan adalah pengrajin tahu, Pabrik Tahu Pak Sujadi merupakan produsen tahu berlokasi di Gang Dele 2, Kecamatan Way Halim, Kota Bandar Lampung. Pabrik tersebut mengolah kacang kedelai sebanyak 100 kg per hari dan menghasilkan tahu 10.000 potong tahu per hari. Terdapat 3 jenis tahu yang diproduksi harian pabrik tahu pak sujadi mencapai

*Corresponding author:

Afiliasi lengkap corresponding author, contoh: Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia. Email: jbeta@unud.ac.id

Masuk: 01 Januari 2026;

Direvisi: 30 Februari 2025;

Diterima: 25 Maret 2025;

Terbit: 01 April 2025

76 papan tahu terdiri dari tahu pong 46 papan, tahu sayur dan tahu segitiga masing masing 15 papan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terhadap pemilik dan pekerja di pabrik, permasalahan yang dihadapi pabrik tahu pak sujadi yaitu pada proses pemotongan tahu yang masih dilakukan secara manual. Pemotongan tahu dilakukan dengan meletakkan cetakan kayu di atas papan tahu kemudian memotong setiap sisinya dengan menggunakan pisau, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses pemotongan tahu secara manual

Berdasarkan Gambar 1, proses pemotongan masih dilakukan secara manual dengan mengayunkan mata pisau secara berulang pada cetakan kayu sebagai penggaris, membuat proses tersebut kurang efisien karena proses pemotongan yang dilakukan secara berulang. Berdasarkan pengumpulan data pada saat pra-penelitian, waktu yang diperlukan dalam memotong satu papan tahu dengan tahu terpotong 121 tahu selama 81,79 detik dan menghasilkan tahu dengan cacat sebanyak 47 potong tahu. Penelitian terkait perancangan alat pemotong tahu dilakukan oleh (Muttaqin et al., 2024), hasil penelitian yang dilakukan yaitu alat dirancang sesuai dengan bentuk cetakan tahu menggunakan mata pemotong berbahan benang *fiberglass* dan rangka berbahan kayu yang disambungkan dengan sekrup sebagai pengontrol untuk mengencangkan mata pemotong. Berdasarkan hasil implementasi alat tersebut mampu mengefisiensi waktu proses pemotongan hingga 52,32%. Hasil potongan tahu menggunakan alat tersebut tidak seragam karena benang *fiberglass* di bagian tengah melebar saat menerima tekanan dan beberapa benang tidak memotong tahu dengan optimal sehingga pekerja harus membantu menekan benang *fiberglass* menggunakan jari. Tahu yang dihasilkan cenderung kurang mulus dibandingkan alat sebelumnya.

Penelitian yang dilakukan oleh (Bidiawati et al., 2024), hasil penelitian rancangan alat dengan kerangka berbahan kayu dengan kawat sebagai mata pemotong, implementasi alat tersebut mampu mengefisiensi waktu proses pemotongan hingga 64,74%. Penelitian oleh (Budihamsyah & Putra, 2017) rancangan alat pemotong tahu menggunakan material *stainless* tahan karat dan hasil implementasi meningkatkan efisiensi waktu hingga 56,5% dan tingkat presisi serta mengurangi tingkat kecacatan pada tahu sebesar 88%. Penelitian ini menghemat biaya perancangan alat hingga 12%. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Amri et al., 2020), hasil pembuatan produk alat pemotong tahu yang baru didapatkan hasil perbandingan waktu TMU (*Time Measuring Unit*) yaitu alat pemotong tahu yang lama adalah 1884 TMU atau 67,82 detik dan alat pemotong tahu yang baru adalah 84 TMU atau 3,02 detik.

Penelitian lainnya yang juga merancang alat pemotong tahu mendapatkan hasil pemotongan tahu dengan menggunakan alat lama untuk 1 (satu) papan dengan waktu 19,86 detik dan menggunakan alat baru dengan waktu 4,43 detik (Wibowo et al., 2016). Penelitian lainnya terhadap alat pemotong tahu yang memiliki alat penggerak yaitu digerakkan dengan motor stepper 1 dan motor stepper 2 yang disambungkan ke aplikasi blinyk menghasilkan waktu potong 20 detik per tahu (Zefi et al., 2023). Pada penelitian lainnya, alat pemotong tahu dirancang melalui penyederhanaan proses pembuatan tahu yaitu mulai dari proses memisahkannya dari ampas sampai dengan proses memotong tahu yang disatukan dalam satu rancangan alat serta pekerja tidak menyentuh secara langsung alat tersebut. Penyederhanaan proses juga mengurangi waktu proses pembuatan

terutama waktu perpindahan antar proses dan juga higienis (Maukar et al., 2019). Penelitian lainnya yang meneliti tentang mesin pengepres dan pemotong tahu secara otomatis mampu meningkatkan percepatan dan meningkatkan produksi tahu sebanyak 40% per harinya, dan mampu mengurangi resiko kecelakaan kerja karena desain dibuat secara ergonomis (Kholili et al., 2024).

Inovasi produk sangat perlu dilakukan untuk memunculkan ide baru dalam memperbaiki produk yang sudah ada. Inovasi dilakukan dikarenakan teknologi yang terus berkembang dengan pesat dan semakin banyaknya competitor (Wahyudi et al., 2024). Proses pemotongan tahu yang dilakukan pabrik tahu Pak Sujadi yang masih menggunakan pisau dan penggaris, memerlukan waktu potong yang lama dan hasil pemotongan tahu juga tidak konsisten atau banyak terdapat cacat. Dan diperlukannya alat pemotong tahu yang dapat memotong tahu lebih efisien dan efektif. Salah satu metode yang digunakan untuk melakukan inovasi tersebut dengan menggunakan metode *Nigel Cross* dan *value engineering*. Metode *Nigel Cross* diharapkan dapat menjadi transformasi dari cara tradisional ke sistematis yaitu dari hasil pemotongan yang tidak konsisten menjadi sasaran pemotongan yang terukur. *Value engineering* digunakan untuk melakukan optimasi yang diharapkan untuk alat yang dirancang menjadi lebih efisien. Berdasarkan perancangan alat pemotong tahu pada penelitian sebelumnya maka penelitian ini bertujuan untuk merancang alat pemotong tahu lebih efisien, mengurangi defect tahu, dan minimasi biaya perancangan alat. Alat yang dirancang diharapkan dapat mempermudah proses pemotongan tahu dan meningkatkan produktivitas industri tahu. *Nigel cross* memastikan alat tersebut bekerja secara teknis untuk mengganti pisau manual sedangkan *value engineering* memastikan alat tersebut bernilai secara ekonomis dengan biaya yang rendah namun dengan kualitas hasil potongan tetap tinggi.

METODE

Penelitian yang dikerjakan merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*). Penelitian pengembangan bertujuan untuk menyempurnakan produk yang telah ada atau mengembangkan produk baru serta menguji keefektifan produk tersebut (Slamet, 2022). Produk yang dikembangkan bisa berupa alat, model, program, atau sistem. Penelitian pengembangan berfokus pada peningkatan desain, fungsi, efektivitas, dan efisiensi produk (Rustamana et al., 2024).

Tahap pertama, identifikasi masalah untuk mengetahui akar permasalahan yang ada di pabrik tahu pak sujadi, yaitu merancang alat pemotong tahu dengan tujuan untuk mengurangi waktu proses pemotongan tahu dan cacat. Kelemahan yang ada pada alat pemotongan manual sebelumnya antara lain variasi ukuran, kecepatan rendah dan tingkat kerusakan tekstur tahu. Pada tahap pertama ini, identifikasi masalah yang paling mendasar adalah alat pemotong tahu mampu memotong tahu dalam waktu yang cepat (kurang dari waktu pemotongan manual), tingkat keseragaman ukuran tahu dan alat pemotong tahu bisa dioperasikan dengan tenaga minimal. Tahap kedua pengumpulan data dilakukan melalui survei ataupun wawancara pekerja Pabrik Tahu Pak Sujadi, observasi di stasiun kerja pemotongan tahu, pengumpulan data waktu proses pemotongan dan cacat tahu.

Tahap berikutnya yaitu pengolahan data menggunakan metode *nigel cross* dan *value engineering*. Metode *nigel cross* terdiri dari 7 tahapan yaitu pertama, klasifikasi tujuan (*clarifying object*). Metode yang digunakan adalah pohon tujuan (*objectives tree*) untuk mengidentifikasi tujuan dan sub tujuan dari perancangan produk. Pohon tujuan direpresentasikan dalam bentuk diagram. Kedua, penetapan fungsi (*establishing function*) bertujuan untuk menetapkan fungsi-fungsi yang diperlukan dan batas sistem perancangan alat pemotong tahu. Ketiga, penetapan kebutuhan (*spesifikasi performance*) diperlukan untuk mengetahui kinerja alat pemotong tahu pada masing-masing sub fungsi. Berdasarkan *spesifikasi performance* perancangan alat dapat menentukan spesifikasi alat yang dibutuhkan. Keempat, penentuan karakteristik (*determining characteristics*), bertujuan untuk memastikan bahwa spesifikasi alat pemotong tahu dapat memenuhi kebutuhan dan harapan pekerja. Tahap penetapan karakteristik teknis, kriteria-kriteria kebutuhan konsumen diterjemahkan ke dalam spesifikasi teknis (karakteristik teknis). Proses ini bertujuan untuk memudahkan perancangan dan penyelesaian masalah dalam pengembangan produk (Wardana et al., 2020).

Kelima, pembangkit alternatif (*generating alternatives*). Pembangkitan alternatif merupakan proses perancangan yang berfungsi untuk membangkitkan alternatif-alternatif yang dapat mencapai solusi terhadap permasalahan perancangan metode yang digunakan dalam pembangkit alternatif. *Morphological chart* ini dibuat kombinasi dari berbagai kemungkinan solusi untuk membentuk produk-produk yang berbeda atau bervariasi (Ginting, 2010). Keenam, evaluasi alternatif (*evaluating alternatives*) merupakan proses yang bertujuan untuk penentuan alternatif terbaik dari berbagai alternatif yang diperoleh pada tahap sebelumnya sehingga diperoleh suatu rancangan yang baik dan dapat memenuhi kebutuhan konsumen (Jakaria et al., 2021). Ketujuh, rincian perbaikan (*improving details*). Tahapan rincian perbaikan menggunakan metode *value engineering* yang bertujuan mempertahankan fungsi produk dengan meminimumkan biaya dalam perancangan produk (Sumarda et al., 2022).

Tahap berikutnya desain alat, proses desain menggunakan *software* solidworks 2021. Hasil rancangan tersebut digunakan sebagai acuan dalam produksi alat kepada pihak yang memproduksi alat tersebut. Tahap terakhir implementasi alat, merupakan tahap alat diujicoba di Pabrik Tahu Pak Sujadi dan dilakukan pengukuran waktu proses pemotongan tahu dan dibandingkan dengan data waktu proses pemotongan tahu sebelum dilakukan perbaikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Proses identifikasi kebutuhan pengguna dilakukan melalui proses survei ataupun wawancara yang dilakukan kepada pekerja menggunakan alat pemotong tahu yang digunakan di pabrik. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi proses ataupun cara kerja alat potong tahu dan perbaikan alat yang dibutuhkan pekerja pada alat dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Survei Kebutuhan Pengguna

Responden	Voice Of Customer	Customer Needs
Pekerja yang menggunakan alat pemotong tahu	1. Proses pemotongan tahu lama.	1. Proses pemotongan tahu lebih cepat
	2. Tahu memiliki ukuran tidak seragam	2. Menghasilkan tahu dengan ukuran seragam
	3. Alat pemotong berbahan dasar kayu cenderung berat, rentan berlumut, dan licin saat digunakan	3. Material alat lebih ringan, tahan karat, dan anti <i>slip</i>
	4. Alat mudah dioperasikan	4. Alat mudah dioperasikan
	5. Alat aman digunakan	5. Memperhatikan keamanan pekerja

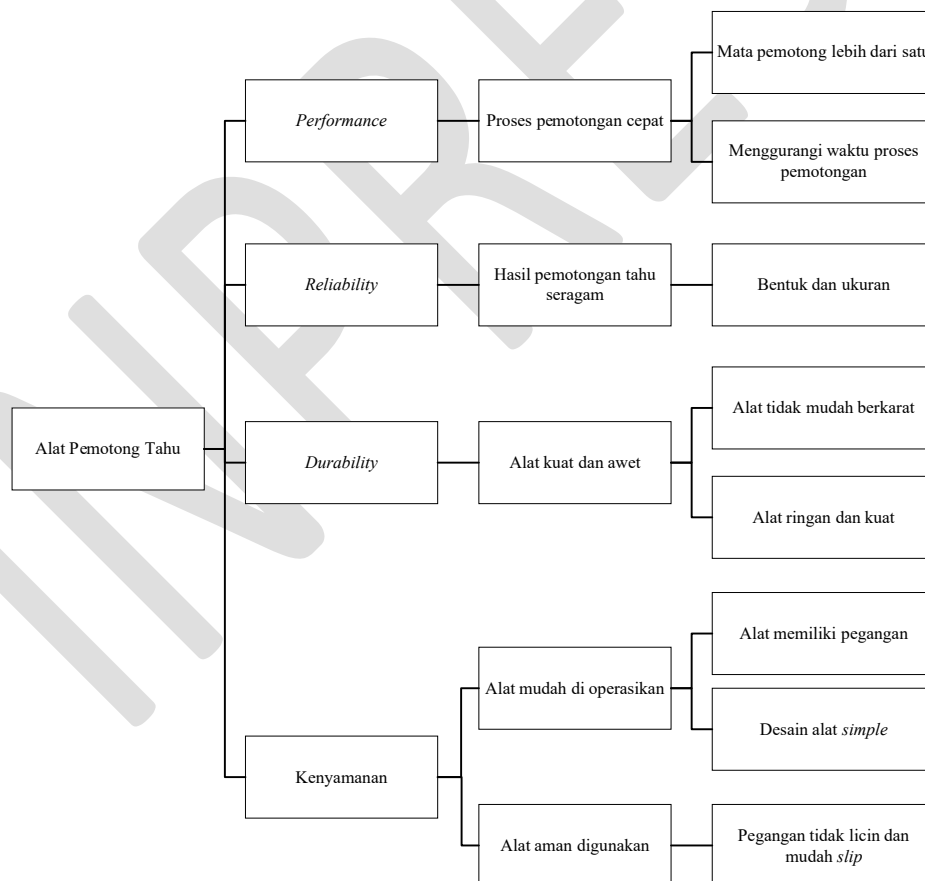
Tabel 1 merupakan hasil survei kebutuhan pengguna alat pemotong tahu berdasarkan pengalaman pekerja yang sering menggunakan alat tersebut. Hasil survei kemudian diterjemahkan menjadi acuan untuk membuat atribut kebutuhan dalam perancangan alat pemotong tahu di Pabrik Tahu Pak Sujadi.

Klasifikasi Tujuan

Klasifikasi tujuan merupakan tahap awal dari metode *Nigel Cross* dalam perancangan alat pemotong tahu. Pada tahap ini, metode yang digunakan adalah pohon tujuan (*objectives tree*) untuk mengidentifikasi tujuan dan sub tujuan dari perancangan produk seperti pada Gambar 2.

1. Membuat daftar tujuan perancangan.
 - a. Proses pemotongan tahu lebih cepat;
 - b. Menghasilkan tahu dengan ukuran seragam;
 - c. Material alat lebih ringan, tahan karat, dan anti *slip*;
 - d. Alat mudah dioperasikan;
 - e. Memperhatikan keamanan pengguna alat.

2. Menyusun daftar tujuan menjadi sub tujuan dan sub subtujuan yang dikelompokkan secara hirarki.
 - a. *Performance*
 - 1) Proses pemotongan cepat
 - Mata pemotong lebih dari satu
 - Mengurangi waktu proses pemotongan
 - b. *Reliability*
 - 1) Hasil pemotongan tahu seragam
 - Bentuk dan ukuran
 - c. *Durability*
 - 1) Alat kuat dan awet
 - Alat tidak mudah berkarat
 - Alat ringan dan kuat
 - d. Kenyamanan
 - 1) Alat mudah dioperasikan
 - Alat memiliki pegangan
 - Desain alat *simple*
 - 2) Alat aman digunakan
 - Pegangan tidak licin dan mudah *slip*
3. Membuat diagram pohon tujuan untuk menunjukkan hubungan hirarki masing-masing tujuan dan sub tujuan.

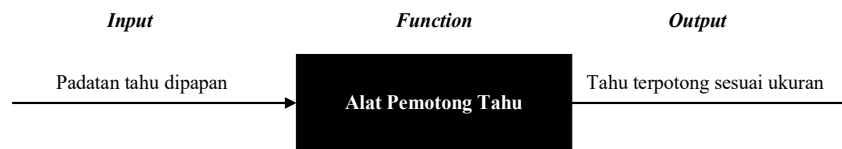


Gambar 2. Pohon tujuan alat pemotong tahu

Penetapan Fungsi

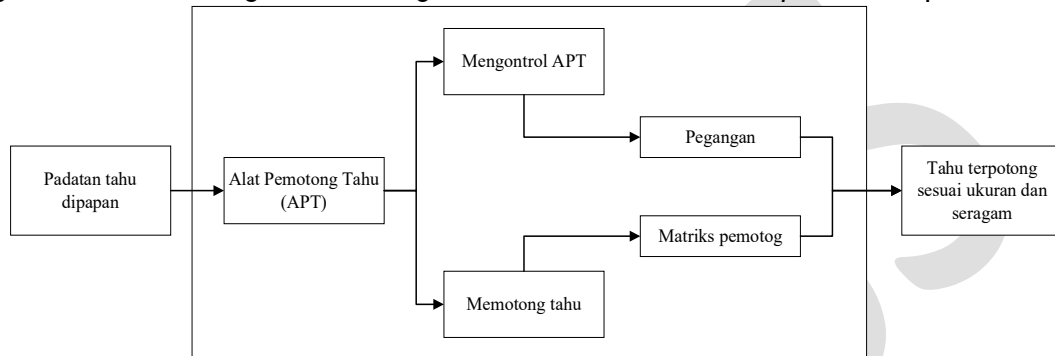
Tahap berikutnya penetapan fungsi dalam perancangan alat pemotong tahu yang bertujuan untuk menetapkan fungsi-fungsi yang diperlukan dan batas sistem perancangan alat pemotong tahu.

1. Menyusun fungsi alat pemotong tahu yang akan dirancang menggunakan prinsip *black box* yang mencakup sistem *input*, *function*, dan *output*.



Gambar 1. *Black Box* Alat Pemotong Tahu

2. Membuat fungsi perancangan alat pemotong tahu menjadi sub-sub fungsi lebih rinci sebagai berikut:
 - a. Mengontrol alat pemotong tahu dengan pegangan agar mudah diarahkan, dipindahkan, dan tidak mudah *slip* saat digunakan.
 - b. Memotong tahu menggunakan cetakan berupa matriks pemotong untuk menghasilkan potongan tahu dengan ukuran dan bentuk seragam dalam waktu singkat.
3. Menggambarkan sub fungsi dalam *diagram* berbentuk model *transparent box* pada Gambar 4.



Gambar 2. *Transparent Box* Alat Pemotong Tahu

Penetapan Kebutuhan

Spesifikasi performance diperlukan untuk mengetahui kinerja alat pemotong tahu pada masing-masing sub fungsi. Berdasarkan *Spesifikasi performance* perancangan alat dapat menentukan spesifikasi alat yang dibutuhkan. Berikut Spesifikasi dari alat pemotong tahu yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penentuan Spesifikasi Produk

No	Sub Fungsi	<i>Spesifikasi performance</i>	Spesifikasi Alat
1	Mengontrol Alat Pemotong Tahu	Mudah dan aman	Pegangan Penyangga Pegangan Bantalan Pegangan
2	Memotong tahu	Cepat dan konsisten	Matriks Pemotong

Berdasarkan Tabel 2, penentuan spesifikasi produk alat pemotong tahu tersebut bertujuan menghasilkan potongan tahu dengan cepat serta konsisten dari segi bentuk dan ukuran.

Penentuan Karakteristik

Tahap berikutnya adalah penentuan karakteristik yang bertujuan untuk memastikan bahwa spesifikasi alat pemotong tahu dapat memenuhi kebutuhan dan harapan pekerja. Penetapan karakteristik ini menghasilkan kriteria atau alternatif untuk setiap spesifikasi alat. Berikut disajikan Tabel 3 yang menunjukkan karakteristik alat pemotong tahu.

Tabel 3. Karakteristik Alat Pemotong Tahu

No	Spesifikasi Alat	Karakteristik
1	Pegangan	Material pegangan dan penyangga pegangan lebih ringan, kuat, dan tahan karat
2	Penyangga Pegangan	
3	Bantalan Pegangan	Material bantalan pegangan tidak mudah <i>slip</i> , dan cepat menyerap cairan
4	Matriks Pemotong	Hasil pemotongan tahu konsisten dan tahan karat

Berdasarkan Tabel 3, masing-masing spesifikasi alat memiliki fungsi masing-masing. Pegangan dan penyangga pegangan berfungsi mengontrol alat pemotong tahu agar mudah diarahkan dan

dipindahkan. Bantalan pegangan berfungsi melapisi pegangan agar tidak licin akibat paparan cairan tahu. Matriks pemotong berfungsi memotong tahu dengan bentuk dan ukuran yang seragam.

Pembangkit Alternatif

Tahap berikutnya pembangkit alternatif bertujuan untuk membangkitkan beberapa alternatif-alternatif perancangan alat pemotong tahu. Alternatif dipilih berdasarkan karakteristik spesifikasi alat yang dibutuhkan. Metode yang digunakan untuk pembangkit alternatif adalah *morphological chart* yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Morphological Chart* Alat Pemotong Tahu

Sub Fungsi	Spesifikasi Alat	Alternatif		
		1	2	3
Mengontrol Alat Pemotong Tahu	Pegangan	<i>Hollow stainless steel</i>	<i>Hollow galvanis</i>	<i>Hollow besi</i>
	Penyangga pegangan	<i>Plat stainless</i>	<i>Plat galvanis</i>	<i>Plat besi</i>
	Bantalan Pegangan	<i>Grip rubber</i>	<i>Grip busa</i>	-
Memotong tahu	Matriks pemotong	<i>Kawat stainless steel</i>	<i>Plat stainless steel</i>	Senar fiber

Berdasarkan Tabel 4 *morphological chart* alat pemotong tahu diperoleh Beberapa kemungkinan kombinasi alternatif yang dapat diimplementasikan pada rancangan alat. Untuk menghitung kemungkinan kombinasi dapat dihitung menggunakan rumus kombinasi.

$$\text{Jumlah alternatif} = \frac{3!}{(3-1)!1!} + \frac{3!}{(3-1)!1!} + \frac{2!}{(2-1)!1!} + \frac{3!}{(3-1)!1!} = 11 \text{ alternatif}$$

Berdasarkan pertimbangan dari hasil wawancara pekerja, beberapa alternatif dapat dieliminasi. Alternatif yang tersisa kemudian dapat dikombinasikan untuk membentuk alternatif konsep terbaik yang dapat dipilih sebagai desain alat pemotong tahu. Hal ini bertujuan agar alat tersebut dapat memenuhi kriteria spesifikasi yang telah ditetapkan. Berikut adalah Tabel 5 kombinasi alternative.

Tabel 5. Kombinasi Alternatif

Spesifikasi Alat	Alternatif Konsep			
	1	2	3	4
Pegangan	<i>Hollow stainless steel</i>	<i>Hollow stainless steel</i>	<i>Hollow galvanis</i>	<i>Hollow galvanis</i>
Penyangga pegangan	<i>Plat stainless steel</i>	<i>Plat galvanis</i>	<i>Plat stainless steel</i>	<i>Plat galvanis</i>
Bantalan pegangan	<i>Grip rubber</i>	<i>Grip rubber</i>	<i>Grip rubber</i>	<i>Grip rubber</i>
Matriks pemotong	<i>Plat Stainless Steel</i>	<i>Plat Stainless Steel</i>	<i>Plat Stainless Steel</i>	<i>Plat Stainless Steel</i>

Tahap berikutnya evaluasi alternatif bertujuan untuk menentukan alternatif terbaik dari berbagai alternatif yang diperoleh pada tahap sebelumnya, sehingga diperoleh rancangan alat pemotong tahu dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Metode yang digunakan pada tahap evaluasi alternatif yaitu *weighted objectives* merupakan metode yang bertujuan untuk membandingkan alternatif berdasarkan berbagai kriteria yang berbeda.

Tabel 6. Matriks Perbandingan Berpasangan

Atribut	A	B	C	D
A	1	2	1/5	1/9
B	1/2	1	1/5	1/9
C	5	5	1	1/8
D	9	9	8	1
Total	15,5	17,00	9,40	1,35

Matriks Perbandingan Berpasangan dalam Tabel 6 menggunakan skala penilaian 1-9 yang diusulkan oleh Saaty (1988) dalam (Febriyanti & Ningrum, 2020) untuk menilai perbandingan antar elemen dalam proses pengambilan keputusan. Skala 1 menunjukkan kedua elemen memiliki tingkat kepentingan yang sama, skala 3 menyatakan bahwa satu elemen sedikit lebih penting daripada elemen lainnya, skala 5 menunjukkan bahwa satu elemen lebih penting daripada elemen lainnya, skala 7 menggambarkan bahwa satu elemen jelas lebih mutlak penting, dan skala 9 menyatakan

bahwa satu elemen mutlak lebih penting daripada elemen lainnya. Nilai di antaranya, yaitu skala 2, 4, 6, dan 8, digunakan untuk menunjukkan pertimbangan yang berada di antara dua nilai berdekatan. Skala kebalikan juga diterapkan, di mana jika elemen *i* lebih penting daripada elemen *j*, maka nilai elemen *j* adalah kebalikan dari nilai elemen *i*. Atribut yang dinotasikan dengan huruf A-D mewakili spesifikasi alat yaitu pegangan, penyangga pegangan, bantalan pegangan, dan matriks pemotong. Setelah menentukan nilai pada Tabel 6 langkah selanjutnya adalah menghitung nilai eigen untuk setiap atribut dengan membagi nilai setiap elemen dalam kolom dengan total nilai kolom. Bobot (*weight*) setiap atribut kemudian diperoleh dengan menghitung rata-rata nilai pada masing-masing baris pada Tabel 7.

Tabel 7. Matriks Penentuan Nilai Eigen Dan Bobot

Atribut	A	B	C	D	Weight
A	0,06	0,12	0,02	0,08	0,07
B	0,03	0,06	0,02	0,08	0,05
C	0,32	0,29	0,11	0,09	0,20
D	0,58	0,53	0,85	0,74	0,68
Total	1	1	1	1	1

Tahap berikutnya adalah menentukan performa parameter atau skor utilitas untuk setiap alternatif konsep yang ada dengan melakukan wawancara kepada pekerja Pabrik Tahu Pak Sujadi. Setiap fungsi diberi skor utilitas berdasarkan sejauh mana kemampuannya dalam memenuhi tujuan karakteristik yang telah ditentukan. Berikut adalah penjelasan mengenai skor utilitas yang digunakan:

- 1 = Sangat Buruk
- 2 = Buruk
- 3 = Baik
- 4 = Sangat Baik

Tabel 8. Skor Nilai Utilitas Konsep Alternatif

Spesifikasi Alat	Bobot	Alternatif							
		1		2		3		4	
		Rating	Bobot Skor	Rating	Bobot Skor	Rating	Bobot Skor	Rating	Bobot Skor
Pegangan	0,07	4	0,29	4	0,29	3	0,21	3	0,21
Penyangga pegangan	0,05	4	0,19	3	0,15	4	0,19	3	0,15
Bantalan Pegangan	0,20	4	0,82	4	0,82	4	0,82	4	0,82
Matriks pemotong	0,68	4	2,70	4	2,70	4	2,70	4	2,70
Total Skor			4,00		3,95		3,93		3,88

Berdasarkan Tabel 8 alternatif terpilih ditentukan berdasarkan nilai bobot skor tertinggi yaitu alternatif 1 dengan bobot skor 4,00. Alternatif ini akan digunakan dalam perancangan alat pemotong tahu dengan spesifikasi sebagai berikut: pegangan menggunakan material *hollow stainless*, penyangga pegangan menggunakan material plat *stainless steel*, bantalan pegangan menggunakan *grip rubber* (karet), dan matriks pemotong menggunakan plat *stainless steel*.

Rincian Perbaikan

Tahapan rincian perbaikan menggunakan metode *value engineering* yang bertujuan untuk mempertahankan fungsi produk dengan meminimalkan biaya dalam perancangan produk. Perancangan alat pemotong tahu mencakup Berikut ini disajikan Tabel 9 yang berisi daftar biaya untuk masing-masing komponen alat pemotong tahu.

Tabel 9. Daftar Biaya Komponen Alat Pemotong Tahu

No	Komponen	Dimensi (P x L xT) cm	Harga (Rp)	Quantity	Jumlah (Rp)
1	Plat <i>stainless steel</i>	50,47 x 2 x 0,1	Rp 12.113	24	Rp 290.707
2	<i>Hollow stainless steel</i>	11 x 4 x 0,02	Rp 9.020	2	Rp 18.040
		2 x 2 x 0,07	Rp 20.300	1	Rp 20.300
3	<i>Grip rubber</i>	Standar	Rp 28.500	2	Rp 57.000
				Total	Rp 386.047

Berdasarkan Tabel 9 total biaya komponen alat pemotong tahu mencapai Rp 386.047 untuk mengoptimalkan biaya dilakukan upaya minimisasi biaya dengan menggunakan metode *value engineering* bertujuan untuk mempertahankan fungsi alat namun dengan biaya minimum dengan mengganti material pada komponen-komponen tertentu dengan alternatif yang lebih ekonomis. Berikut ini disajikan Tabel 10 yang berisi revisi biaya komponen alat pemotong tahu setelah dilakukan evaluasi dan penyesuaian biaya.

Tabel 10. Revisi Biaya Komponen Alat Pemotong Tahu

No	Komponen	Dimensi (cm)	Harga (Rp)	Quantity	Jumlah (Rp)
1	Plat <i>stainless steel</i>	50,47 x 2 x 0,1	Rp 11.103	24	Rp 266.482
		11 x 4 x 0,02	Rp 9.020	2	Rp 18.040
2	<i>Hollow aluminium</i>	2 x 2 x 0,07	Rp 9.300	1	Rp 9.300
3	<i>Grip rubber</i>	Standar	Rp 3.000	2	Rp 6.000
				Total	Rp 299.822

Berdasarkan Tabel 10 minimisasi biaya dilakukan dengan mengganti material penyusun komponen alat pemotong tahu berdasarkan hasil diskusi dengan pihak pembuat alat. Perubahan pertama dilakukan pada matriks pemotong yaitu mengganti plat *stainless steel* dengan ketebalan 0,1 cm menjadi 0,08 cm untuk mengurangi biaya tanpa mengurangi kekuatan fungsionalnya. Selanjutnya material komponen pegangan yang awalnya menggunakan *hollow stainless steel* diganti dengan *hollow aluminium* yang memiliki sifat material serupa namun dengan harga lebih terjangkau. Biaya komponen material diminimalkan sebesar Rp 86.226 atau sebesar 22%. Setelah diperoleh total biaya revisi komponen, dilanjutkan dengan menghitung biaya pembuatan alat pemotong tahu pada Tabel 11.

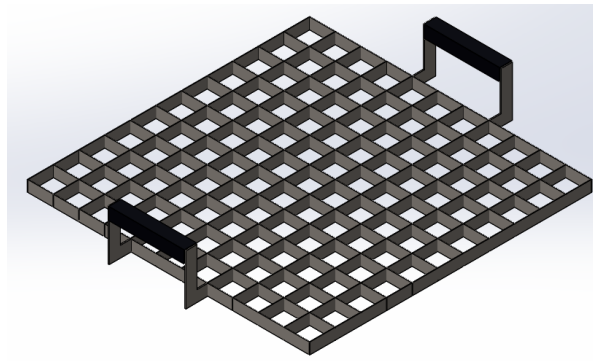
Tabel 11. Total Biaya Pembuatan Alat Pemotong Tahu

No	Rincian Biaya	Harga (Rp)
1	Biaya Material Komponen	Rp 299.822
2	Biaya pengelasan dan Jasa mekanik	Rp 250.000
	Total Biaya	Rp 549.822

Berdasarkan Tabel 11 total biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan alat pemotong tahu adalah sebesar Rp 549.822, terdiri dari biaya material komponen sebesar Rp 299.822 dan biaya pengelasan serta jasa mekanik sebesar Rp 250.000. Biaya material menyumbang 54,53% dari total biaya, sedangkan biaya pengelasan dan jasa mekanik mencakup 45,47%. Proporsi ini menunjukkan bahwa biaya material merupakan komponen terbesar dalam pembuatan alat.

Analisis Desain Alat

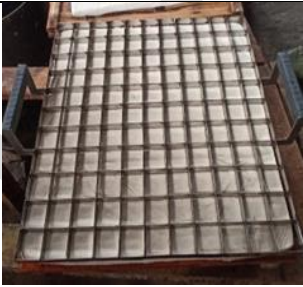
Analisis desain alat pemotong tahu ini dirancang secara spesifik untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan dari pabrik tahu milik Pak Sujadi. Tahap awal desain alat dibuat menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2021. Penggunaan perangkat lunak ini memungkinkan membuat visualisasi 3D alat pemotong tahu beserta seluruh komponen penyusunnya secara detail. Adapun representasi visual dari desain tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3. Desain Alat Pemotong Tahu

Desain alat pemotong tahu memiliki dimensi seperti pada Tabel 10 yaitu panjang 50,47 cm, lebar 50,47 cm dan tinggi 2,00 cm sedangkan untuk ukuran tahu dengan panjang 4,50 cm, lebar 4,50 cm dan tinggi 2,00 cm. Pada dimensi desain alat pemotong tahu terbagi menjadi masing-masing 11 kotak. Tebal untuk plat *stainless steel* bagian luar 0,08 cm dan tebal plat *stainless steel* bagian dalam 0,02 cm.

Tabel 12. Sebelum dan Sesudah Implementasi Alat Baru

Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Proses Pemotongan	
	
Hasil Pemotongan	
	

Perbandingan antara alat sebelum dan setelah rancang bangun dapat dilihat pada Tabel 12 menunjukkan proses pemotongan dan hasil potongan tahu menggunakan alat pemotong rancang bangun dalam satu papan tahu. Proses pemotongan dengan alat lama memerlukan waktu 81,79 detik dengan *defect* variasi ukuran tahu yang tidak sesuai sebanyak 47 potong. Penggunaan alat rancang bangun, waktu pemotongan hanya memerlukan waktu 24,18 detik dengan *defect* variasi ukuran tahu yang tidak sesuai berjumlah 2 potong. Perbandingan *output* sebelum dan setelah implementasi alat baru dapat dilihat lebih jelas pada Tabel 13.

Tabel 13. Sebelum dan Sesudah Implementasi Alat Rancang Bangun

Dalam 1 Papan Tahu					
Waktu Proses Pemotongan (Detik)		Efisiensi Waktu (Detik)	Cacat Variasi Ukuran(per potong)		Minimasi defect (per potong)
Alat Lama	Alat Baru		Alat Lama	Alat Baru	
81,79	24,18	57,61	47	2	45

Berdasarkan Tabel 13 hasil proses pemotongan tahu menggunakan alat sebelum dan sesudah perbaikan menunjukkan peningkatan efisiensi waktu sebesar 70,44%. Selain itu, cacat dimensi pada potongan tahu dapat dikurangi sebesar 95,74%. Perbaikan alat ini memberikan hasil yang signifikan dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi.

KESIMPULAN

Alat pemotong tahu berhasil dirancang berdasarkan bobot skor tertinggi dengan nilai bobot 4,00 pada alternatif konsep 1 yaitu pegangan menggunakan bahan hollow stainless steel, penyangga pegangan menggunakan bahan plat stainless steel, bantalan pegangan menggunakan bahan grip rubber dan matriks pemotong menggunakan bahan plat stainless steel. Waktu proses pemotongan tahu menggunakan alat yang didesain (baru) menghasilkan waktu 24,18 detik sedangkan alat pemotong tahu manual (lama) menghasilkan waktu 81,79 detik. Hasil proses pemotongan tahu menggunakan alat pemotong baru menghasilkan peningkatan efisiensi waktu sebesar 70,44%. cacat variasi ukuran menggunakan alat pemotong tahu yang didesain (baru) sebanyak 2 potong sedangkan alat pemotong tahu manual (lama) sebanyak 47 potong. Cacat dimensi pada potongan tahu dapat dikurangi sebesar 95,74%. Rekomendasi yang diberikan adalah penggunaan alat sangat efektif dalam proses pemotongan tahu dan dapat digunakan untuk jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, I., Masniar, & Nugroho, A. (2020). Usulan Perbaikan Dan Perancangan Alat Pemotong Tahu Dengan Metode Motion Time Measurement Dan Antropometri (Studi Kasus Pabrik Tahu Bintang Salma). *Metode : Jurnal Teknik Industri*, 6(2), 33–39. <https://doi.org/10.33506/mt.v6i2.1640>
- Bidiawati, A., Muchtiar, Y., Setiawati, L., Suherman, H., & Desmiarti, R. (2024). Desain Alat Bantu Proses Pemotongan Tahu Guna Meningkatkan Produktivitas Produksi. *Jisi : Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 11(2), 261–270. <https://doi.org/10.24853/jisi.11.2.261-270>
- Budihamasyah, D., & Putra, B. I. (2017). Perbaikan Desain Alat Pemotong Tahu Dengan Pendekatan Rekayasa Nilai. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 1(2), 123–135. <https://doi.org/10.21070/prozima.v1i2.1341>
- Febriyanti, A., & Ningrum, D. A. (2020). Penerapan Analytical Hierarchy Process Dalam Pemilihan Merek Mesin Obras Pada Konveksi Abc. 288–294.
- Ginting, R. (2010). Perancangan Produk. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. Graha Ilmu.
- Jakaria, R. B., Purnomo, H., & Iswanto. (2021). Designing Products Sports Shoes Using the Quality Function Deployment (QFD) Method. *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 6(2), 15–22. <https://doi.org/10.21070/r.e.m.v6i2.877>
- Kholili, N., Siswandi, Hindratmo, A., Badari, Y. M., & Athallah, H. M. (2024). Desain Perancangan Mesin Pengepres Dan Pemotong Tahu Semi Otomatis Guna Meningkatkan Percepatan Proses Produksi. *CIASTECH*, 298–307. <https://ciastech.net>
- Maukar, A. L., Runtuk, J. K., & Andira. (2019). Perancangan Alat Produksi Tahu yang Higienis Pada Industri Rumah Tangga. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 3(1), 31–42. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v3i1.1439>
- Muttaqin, M. F. J., Sholeha, R. W., Yanuarso, H. D., Aulia, L., Wahyudi, R., & Iqbal, M. (2024). Application Of Lean Manufacturing In Tofu Production To Reduce Waste. *JMI (Jurnal Multidisiplin Indonesia)*, 3(7), 4225–4231.
- Rustamana, A., Sahl, K. H., Ardianti, D., & Solihin, A. H. S. (2024). Penelitian dan Pengembangan (Research & Development) dalam Pendidikan. *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan*

- Bahasa Dan Sastra*, 2(3), 60–69. <https://doi.org/10.61132/bima.v2i3.1014>
- Slamet, F. A. (2022). *Model Penelitian Pengembangan*. Institut Agama Islam Sunan Kalijogo.
- Sumarda, A., Dwiretnani, A., & Dony, W. (2022). Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Pusat Layanan Haji dan Umroh Terpadu Kementerian Agama Kab. Batanghari. *Jurnal Talenta Sipil*, 5(2), 335. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i2.136>
- Wahyudi, R., Hermawan, A. A., & Nugraha, A. T. (2024). Pendekatan Design For Manufacture And Assembly (DFMA) Dan House Of Quality (HoQ) Untuk Merancang Palu Multifungsi. *KAIZEN : Management Systems & Industrial Engineering*, 07(01), 7–15. <https://doi.org/10.25273/kaizen.v7i1.20777>
- Wahyudi, R., Miswari, N., Mardiono, I., Sumardi, O., Prasetyarini, A., Irfan, L. Al, & Putri, A. H. (2022). Pemanfaatn Bahan Alam (Pasir Pantai Lampung Dan Arang Kelapa) Sebagai Media Filter Air Untuk Meningkatkan Kualitas Air Yang Digunakan Pengrajin Tahu Di Tanjung Bintang. *TeknoKreatif: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 107–110. <https://doi.org/10.35472/teknokreatif.v2i1.783>
- Wardana, M. R., Fathimahhayati, L. D., & Pawitra, T. A. (2020). Perancangan Alat Penyaring Bubur Kedelai dan Alat Press Bubur Kedelai Ergonomis Pada Industri Tahu. *MATRIK: Jurnal Manajemen Dan Teknik Industri Produksi*, 21(1), 29–40. <https://doi.org/10.30587/matrik.v21i1.1323>
- Wibowo, Y. M., Zendrato, R. R. P., & Wicaksana, B. I. A. (2016). Perancangan Alat Pemotong Tahu Dan Rekayasa Pemanfaatan Limbah Cair Untuk Meningkatkan Produktivitas Industri Tahu. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Informasi*, 5(1), 52–57. <https://doi.org/10.31001/tekinfo.v5i1.105>
- Zefi, S., Halimatussa'diyah, R. ., Duri, R., & Rianti, R. (2023). Rancang Bangun Alat Pemotong Tahu Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 21663–21669. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.9750>