

Inovasi Alat Pengemasan Tempe dalam Meningkatkan Produktivitas dengan Pendekatan Antropometri dan Penilaian Biaya

Sabrian Prima Putra^{1*}, Hery Murnawan²

^{1,2} Prodi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya
Penulis Korespondensi: Kingbrian43@gmail.com

Abstract

Tempeh, a soybean-based product fermented by the fungus Rhizopus oligosporus, is a traditional Indonesian food known for its high nutritional value, particularly as a source of plant-based protein. The Tempeh Production House "Mas Alfin" employs both Make-To-Order (MTO) and Make-To-Stock (MTS) production systems to meet customer demands, including partnerships with catering companies. However, the tempeh production process at this facility faces efficiency challenges, particularly in the manual packaging stage, which is time-consuming and causes ergonomic complaints among workers. This study aims to develop a semi-automatic and ergonomic packaging tool to enhance production efficiency, reduce worker complaints, and improve product competitiveness. Based on anthropometric measurements, the packaging tool is designed with the following specifications: tool height of 150 cm, hand reach for input of 68.5 cm, and output height of 61.5 cm. The tool can reduce packaging time from 75 seconds to 36 seconds per kilogram, increase production capacity by up to 108%, and lower the production cost from IDR 7,058 to IDR 6,083 per 500 grams. The investment in this packaging tool achieves a payback period of 8 days, with a daily cost of IDR 383,400.

Keywords: Anthropometry, Design, Tempeh

Abstrak

Tempe, sebagai produk olahan kedelai yang difermentasi oleh jamur Rhizopus oligosporus, merupakan makanan khas Indonesia dengan nilai gizi tinggi, terutama sebagai sumber protein nabati. Rumah Produksi Tempe Mas Alfin menggunakan sistem produksi MTO (Make To Order) dan MTS (Make To Stock) untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, termasuk kerja sama dengan perusahaan catering. Namun, proses produksi tempe di rumah produksi ini masih menghadapi tantangan efisiensi, khususnya pada tahap pengemasan manual yang memakan waktu lama dan menyebabkan keluhan ergonomis pada pekerja. Penelitian ini bertujuan menciptakan alat pengemasan semi-otomatis yang ergonomis untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi keluhan pekerja, serta meningkatkan daya saing produk. Berdasarkan perhitungan antropometri, alat pengemas dirancang dengan spesifikasi: tinggi alat 150 cm, jarak tangan untuk input 68,5 cm, dan tinggi output 61,5 cm. Alat ini mampu mempercepat waktu pengemasan dari 75 detik menjadi 36 detik per kilogram, meningkatkan kapasitas produksi hingga 108%, serta menurunkan harga pokok produksi dari Rp 7.058 menjadi Rp 6.083 per 500 gram. Investasi alat pengemasan ini memiliki periode pengembalian modal selama 8 hari, dengan biaya harian Rp 383.400.

Kata Kunci: Antropometri, Perancangan, Tempe

Pendahuluan

Tempe adalah produk olahan kedelai yang telah melalui proses fermentasi oleh jamur *Rhizopus oligosporus*. Sebagai salah satu makanan khas Indonesia yang telah dikenal luas, tempe memiliki nilai gizi yang sangat tinggi, terutama sebagai sumber protein nabati (Alvina et al., 2019). Proses pembuatan tempe, yang melibatkan perendaman kedelai, pemasakan, penaburan ragi, dan fermentasi, tidak hanya menghasilkan makanan yang lezat dan bergizi, tetapi juga membuka peluang usaha yang berpotensi untuk dikembangkan secara luas, baik dalam skala rumah tangga maupun industri.

Namun, meskipun prospek pasar tempe sangat menjanjikan, rumah produksi tempe sering menghadapi tantangan dalam hal kualitas produk, proses produksi yang efisien, dan distribusi yang tepat. Tantangan-tantangan ini berhubungan dengan faktor teknis dalam pembuatan tempe, ketersediaan bahan baku kedelai yang berkualitas, serta peralatan produksi yang memadai. Selain itu, aspek pemasaran dan daya saing dengan produk-produk sejenis juga menjadi faktor yang tidak bisa diabaikan.

Oleh karena itu, rumah produksi tempe perlu memperhatikan berbagai aspek penting dalam menjalankan usahanya, mulai dari peningkatan kualitas produk, efisiensi proses produksi, hingga pengembangan strategi pemasaran yang efektif. Untuk itu, penelitian mengenai rumah produksi tempe menjadi penting dilakukan, guna memberikan solusi yang dapat meningkatkan daya saing industri tempe di pasar lokal maupun internasional (Astuti, 2009).

Rumah Produksi Tempe Mas Alfin merupakan rumah produksi tempe yang bekerja sama dengan perusahaan cathering dan tidak hanya menjual di pasar tradisional melainkan menawarkan dengan cara berkeliling dari rumah ke rumah. Jumlah produksi tempe yang

dihasilkan di Rumah Tempe Mas Alfin kurang lebih sebanyak 48kg/hari. Ukuran tempe yang dijual dalam bentuk kemasan dengan ukuran 500 gram dibandrol dengan harga Rp. 8.000.

Rumah Produksi Tempe Mas Alfin sendiri menggunakan sistem produksi MTO (*Make To Order*) dan MTS (*Make To Stock*). Lebih berfokus pada MTO karena rumah produksi tempe ini bergerak secara bekerja sama dengan perusahaan cathering, dan untuk MTS dilakukan untuk dijual ke pasar tradisional, toko pracangan dan menjual secara berkeliling dari rumah ke rumah. Jumlah tenaga kerja yang ada pada Rumah Produksi Tempe terdapat 4 orang, proses produksinya adalah perendaman kedelai, memisahkan kulit kedelai, menaburkan ragi, pengemasan, melubangi kemasan dan yang terakhir mendiamkan pada suhu ruangan agar kedelai menjadi tempe dengan baik.

Selama ini proses produksi di Rumah Produksi Tempe tersebut masih belum efisien. Pada saat melakukan observasi dan wawancara, pada proses pengemasan masih tergolong manual dan memakan waktu yang lama. Adapun keluhan yang dialami oleh pekerja proses pengemasan diantaranya pekerja mengeluhkan sakit pada pangkal paha belakang, pada pinggul, pada pinggang, pada punggung, pada lengan atas kanan, pada pergelangan tangan. Hal ini dikarenakan proses pengemasan dilakukan secara manual dengan posisi duduk dimana kaki lurus atau bersila menopang kedelai yang akan dikemas (Pattiasina et al., 2022).



Gambar 1. Pengemasan Kedelai
Sumber : Peneliti, 2024

Gambar diatas menunjukkan proses pengemasan masih tergolong belum efisien dan membutuhkan waktu yang lama sekitar. Salah satu cara mengurangi keluhan adalah dengan memfasilitasi alat bantu pengemasan yang ergonomis sehingga mampu membuat pekerjaan lebih nyaman, efektif, dan efisien. Pengemasan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi dalam proses produksi tempe. Alat pengemasan semi-otomatis dapat mempercepat proses pengemasan, mengurangi tenaga kerja manual, serta mengurangi pemborosan waktu. Hal ini dapat menurunkan biaya produksi dan meningkatkan daya saing.

Dengan tujuan penulis, inovasi dalam pembuatan alat pengemasan tempe bertujuan untuk menciptakan solusi praktis dan efisien dalam menjaga kualitas tempe, meningkatkan daya saing produk tempe di pasar, serta memenuhi tuntutan konsumen terhadap produk yang lebih berkualitas dan ramah lingkungan.

Metodologi Penelitian

Perencanaan produksi adalah suatu proses merubah bahan baku menjadi produk jadi. Sistem produksi adalah seluruh aktivitas untuk membuat suatu produk yang didalam proses tersebut melibatkan tenaga kerja, bahan baku, mesin, energi, informasi, biaya, dan tindakan manajemen. Perencanaan dan pengendalian produksi (PPC) merupakan tindakan manajemen yang sifatnya abstrak (tidak dapat dilihat

secara nyata). Manfaat dari suatu perusahaan industri untuk melakukan perencanaan produksi adalah untuk mempersiapkan perencanaan agregat, perencanaan kebutuhan kapasitas, serta pemenuhan demand yang sesuai. (Hapsari et al., 2019).

Perencanaan atau yang sudah akrab dengan istilah *planning* adalah satu dari fungsi manajemen yang sangat penting. Bahkan kegiatan perencanaan ini selalu melekat pada kegiatan hidup kita sehari-hari, baik disadari maupun tidak. Sebuah rencana akan sangat mempengaruhi sukses dan tidaknya suatu pekerjaan. Karena itu pekerjaan yang baik adalah yang direncanakan dan sebaiknya kita melakukan pekerjaan sesuai dengan yang telah direncanakan (Shaifudin, n.d.).

Perancangan adalah Proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta di dalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya (Adiguna et al., 2018).

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. Perancangan suatu alat termasuk dalam metode teknik, dengan demikian langkah-langkah pembuatan perancangan akan mengikuti metode teknik (NURCAHYANIE, 2024).

Diperlukan penyusunan konsep produk baik produk baru maupun produk lama yang akan dimodifikasi menjadi sebuah produk baru dalam bentuk rancangan teknik (*engineering design*) dan juga rancangan industrial (*industrial design*) untuk memenuhi kebutuhan pasar (*demand pull*) atau dilatarbelakangi oleh adanya dorongan memanfaatkan inovasi teknologi (Priyono & Yuamita, 2022).

Perancangan alat adalah proses sistematis untuk menciptakan perangkat atau mesin yang memenuhi fungsi tertentu dengan mempertimbangkan aspek teknis, fungsional dan estetika. Ini melibatkan analisis kebutuhan, pengembangan konsep, pemilihan material, serta pengujian dan evaluasi prototipe. Tujuan utama perancangan alat adalah untuk menghasilkan produk yang efisien, aman dan mudah digunakan, sekaligus memenuhi standar kualitas dan regulasi yang berlaku (Friansyah et al., 2021).

Pengembangan produk adalah strategi untuk pertumbuhan perusahaan dengan menawarkan produk baru atau yang dimodifikasi ke segmen pasar yang sekarang. Pada dasarnya pengembangan produk merupakan upaya perusahaan untuk senantiasa menciptakan produk-produk baru, serta memperbaiki atau memodifikasi produk-produk lamanya, agar dapat selalu memenuhi tuntutan pasar dan selera konsumen (Bello & Ralahallo, 2021).

Pengembangan produk adalah kegiatan atau aktifitas yang dilakukan dalam menghadapi perubahan suatu produk yang lebih baik, sehingga dapat memberikan daya guna maupun daya pemuas yang lebih besar. Dalam menetapkan strategi pengembangan produk, ada empat macam pendekatan yang dapat ditempuh, yaitu modifikasi bauran produk, perluasan lini produk, penambahan citra manfaat produk dan diversifikasi produk. Tujuan utama ketika proses pengembangan produk adalah memiliki sumber daya, pengetahuan dan pengalaman internasional untuk mengembangkan produk yang memungkinkan penyebaran dan penggunaan yang cepat di pasar luar negeri. Jika ini terjadi, proses pembangunan harus diatur sedemikian rupa sehingga fokus utamanya adalah pada peluang internasional (Setiawan et al., 2024).

Desain produk merupakan proses perencanaan dan pembuatan produk atau layanan yang memenuhi kebutuhan pengguna atau konsumen.

Desain produk merupakan sebuah proses dalam mengidentifikasi peluang pasar, mencari tahu sumber permasalahan, menciptakan jalan keluar dari masalah tersebut, dan meminta validasi dari audiens. (Sari et al., 2024).

Proses desain produk mengacu pada metode French, yang terbukti efektif dalam menghasilkan konsep desain yang inovatif, terutama untuk produk baru (Hutabarat, 2020). Kedua, metode ini sangat fleksibel dan dapat disesuaikan dengan berbagai jenis produk. Ketiga, dengan fokus pada tahap konsep desain, metode French mendorong kreativitas dan inovasi dalam menghasilkan solusi yang unik dan efektif (Septiani et al., 2024).

Inovasi menjadi kalimat sakral dalam kemajuan dan kesejahteraan suatu bangsa, baik di level mikro ekonomi (korporasi) hingga level makro ekonomi (negara). Di level korporasi, jargon "inovasi atau mati" selalu didengungkan untuk menginspirasi para karyawan dan profesional untuk berkreasi serta menghasilkan "nilai tambah" ekonomis, baik dari sisi produk/jasa, proses, hingga sistem manajemen. Nilai tambah yang dimaksud dalam hal ini tidak sekadar efisien, efektif, dan produktif sebagaimana jargon 30 tahun yang lalu (era 80-an), tetapi meliputi juga hal-hal yang berhubungan dengan sinergi, kolaborasi, kompetisi, hingga metode berkompetisi. (Nasution & Kartajaya, n.d.).

Pengertian Inovasi, menurut UU No. 18 tahun 2002 adalah kegiatan penelitian, pengembangan, dan/atau perekayasaan yang bertujuan mengembangkan penerapan praktis nilai dan konteks ilmu pengetahuan yang baru, atau cara baru untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah ada ke dalam produk atau proses produksi. Pengusaha yang selalu aktif berinovasi, dikatakan sebagai pengusaha yang inovatif, dikarenakan terus-menerus melakukan perbaikan, menghasilkan suatu produk yang baru, berbeda dengan yang sudah ada. Sikap inovatif akan mampu membawa

Website: <https://jurnal.utb.ac.id/index.php/indstrk>

perubahan pada lingkungan sekitarnya. Kreatif dan inovatif adalah suatu kemampuan untuk mengubah sumber daya alam dan sumber daya manusia yang produktif yang dapat memberikan nilai ekonomis (Lukas, n.d.).

Antropometri berasal dari kata "anthro" yang berarti manusia dan "metri" yang berarti ukuran. Menurut (Wignjosoebroto, 2006), antropometri adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Sikap atau posisi tubuh sangat berpengaruh terhadap ukuran tubuh, oleh karena itu, posisi tubuh standart harus diterapkan guna survei pengukuran. Menurut (NURMIANTO, 2004) penting sekali memperhatikan faktor-faktor ergonomis dalam proses merancang. Pada umumnya manusia berbeda beda dalam dimensi ukuran tubuhnya agar bisa diaplikasikan dalam rancangan produk ataupun fasilitas kerja. Pada antropometri, angka persentil ke-95 akan mendeskripsi ukuran orang yang "terbesar" dan persentil ke-5 kebalikannya memberikan ukuran "terkecil". Apabila diharapkan berukuran yang bisa mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada, maka diambil rentang 2,5 dan 97,5 persentil sebagai ambang batas ruang yang bisa dipakai (NURMIANTO, 2004).

Setiap elemen biaya dihitung dan disesuaikan dalam rentang waktu bulanan untuk memperoleh gambaran yang akurat tentang total biaya produksi dalam periode tersebut. Selain itu, dengan menggunakan metode ini, perusahaan dapat dengan lebih efektif memantau dan mengontrol pengeluaran produksi mereka, serta membuat perkiraan yang lebih baik untuk kebutuhan anggaran di masa depan. (Nugraha & Debora, 2024)

Rekayasa Pengukuran waktu metode jam henti menggunakan jam henti (*stopwatch*) sebagai alat utama dalam kajian waktunya. Teknik pengukuran menggunakan jam henti merupakan teknik yang pengukuran waktu yang paling awal dipakai dan sampai saat ini masih digunakan. Cara ini

paling banyak dikenal dan dipakai, salah satunya karena kesederhanaan aturan dan cara pengukuran yang dipakai (YANTO & NGALIMAN, 2017).

Hasil pengukuran yang akurat diperoleh dari kajian yang sistematis dan terencana dengan mempertimbangkan hal-hal yang detail, baik sebelum, pada saat, maupun sesudah pengukuran. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan sebelum pengukuran adalah: tujuan pengukuran, penelitian pendahuluan terhadap pekerjaan, memilih pekerja yang akan diukur waktunya, menguraikan pekerjaan atas elemen pekerjaan dan mempersiapkan alat-alat untuk pengukuran (YANTO & NGALIMAN, 2017).

Metode continuous time study merupakan cara di mana saat pengukuran waktu elemen kerja pertama, display waktu pada stopwatch terus berjalan sampai sejumlah n observasi yang diinginkan dapat diambil (Pradana & Pulansari, 2021).

Pengujian kecukupan data dilakukan untuk dapat mengetahui apakah sampel data yang telah diambil relatif mewakili atau populasi atau belum. Uji keseragaman data yaitu pengujian yang dilakukan pada data pengukuran untuk mengetahui apakah data yang diukur seragam, dan berasal dari sistematika yang sama. Waktu normal adalah pengharapan dari pekerja yang memiliki kualifikasi tertentu yang bekerja menggunakan cara yang umum dilakukan oleh para pekerja. Sebelum dilakukan pengukuran waktu normal, perlu dilakukan pengamatan terhadap waktu setiap kegiatan yang dilakukan oleh karyawan ketika merampungkan pekerjaannya. Performance Rating adalah menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan yang diakibatkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar, yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya (Wiratama & Samopa, 2020).

Output Standart (Os) adalah keluaran yang dihasilkan. Kegunaan *Output Standart* ialah menentukan

tingkat produktivitas dari suatu pekerjaan (Tarigan, 2015).

Hasil dan Pembahasan

Data antropometri pada Rumah Produksi Tempe Mas Alfin diambil berdasarkan tenaga kerja yang melakukan proses produksi. Untuk memenuhi kebutuhan pengolahan data maka harus dilakukan pengukuran secara langsung. Data yang terkumpul nantinya akan dijadikan dasar penentuan ukuran untuk inovasi alat pengemas kedelai, sehingga dapat diperoleh cara penyelesaian pada permasalahan yaitu perancangan inovasi alat pengemas kedelai berdasarkan antropometri tenaga kerja. Berikut merupakan antropometri yang dibutuhkan dan tujuan pengukuran data tersebut.

Tabel 1 Data Antropometri

No.	Antropometri	Si	Cara Pengukuran	Penerapan
1.	Tinggi Bahu Berdiri	TB B	Mengukur jarak bahu dari lantai sampai dengan ujung bahu pada saat berdiri tegak	Meningkatkan tinggi alat
2.	Jangkauan Tangan	JT	Melakukan pengukuran dengan memperhatikan jarak bahu sampai ujung jari saat	Meningkatkan jangkauan untuk jalur masuknya bahan

3.	Tinggi Siku Duduk	TS D	Mengukur jarak siku duduk tegak dari lantai sampai siku menjulur kedepan (alat)	Meningkatkan tinggi output bahan
----	-------------------	------	---	----------------------------------

Pada tabel diatas dapat diketahui dari data antropometri sebagai bahan pertimbangan dalam perancangan inovasi alat pengemas kedelai. Berikut adalah data antropometri dari tenaga kerja Rumah Produksi Mas Alfin.

Tabel 2 Data Antropometri tenaga kerja

No.	Nama	Data Anthropometri (cm)	TBB	JT	TSD
1.	A	150	70	60	
2.	B	149	68	62	
3.	C	151	67	61	
4.	D	150	69	63	

Dari tabel diatas dapat diketahui data pengukuran antropometri dari tenaga kerja yang nantinya digunakan sebagai dimensi dan ukuran pada perancangan alat pengemas kedelai.

Pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahap yaitu dengan uji keseragaman dan uji kecukupan data. Uji keseragaman data digunakan untuk mengidentifikasi data ekstrim yang tidak melebihi batas kontrol, sedangkan uji kecukupan data digunakan untuk mengetahui data yang diperoleh masih kurang atau sudah cukup. Kedua pengujian tersebut dapat dilakukan setelah diketahui data antropometri dari tenaga kerja.

Dalam pembuatan inovasi alat pengemas kedelai memerlukan biaya yang harus dikeluarkan. Biaya-biaya tersebut diantaranya adalah biaya komponen, biaya tenaga kerja, dan biaya transportasi pengiriman.

a. Harga komponen

Tabel 3 Harga Komponen

N	Komp	Jum	Har	Total
o.	onen	lah	ga	
		(pcs)		
1.	Plat Stainl ess 304 Hopp er	1	Rp. 800. 000	Rp. 800.0 00
2.	Pipa Stainl ess	1	Rp. 150. 000	Rp. 150.0 00
3.	Keran gka besi Hollo w 4x4 cm	1	Rp. 250. 000	Rp. 250.0 00
4.	Hollo w 2x4 cm	1	Rp. 100. 000	Rp. 100.0 00
5.	Dina mo Rpm 2800 ¼ pk	1	Rp. 350. 000	Rp. 350.0 00
6.	Kabel, Dimer , steker	1	Rp. 100. 000	Rp. 100.0 00
7.	Besi As Penga duk	1	Rp. 100. 000	Rp. 100.0 00
8.	Pangk on Penga duk	1	Rp. 150. 000	Rp. 150.0 00
	Total			Rp. 2.000 .000

c. Biaya tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja adalah ongkos yang dikeluarkan untuk jasa pembuatan inovasi alat pengemas kedelai. Pada pembuatan inovasi alat pengemas kedelai membutuhkan jasa pembuatan dengan biaya sebanyak Rp. 600.000, pengerjaan dilakukan dalam 10 hari.

d. Biaya transportasi

Biaya transportasi adalah biaya yang dikeluarkan untuk jasa pengiriman alat dari tempat pembuatan inovasi alat ke Rumah Produksi Tempe Mas Alfin. Biaya yang harus dikeluarkan sebanyak Rp. 200.000 termasuk ongkos bensin dan supir.

Jadi total biaya yang harus dikeluarkan dalam pembuatan inovasi alat pengemas kedelai sebesar Rp. 2.000.000 + Rp. 600.000 + Rp. 200.000 = Rp. 2.800.000

Uji Keseragaman Data

1. Tinggi Bahu Berdiri (TBB)

a. Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum 600}{4}$$

$$\bar{x} = 150$$

b. Standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{Nx(\sum x)^2 - (\sum x^2)}{N(N-1)}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{4x90003 - 360000}{4(3)}}$$

$$\sigma = 1$$

c. BKA BKB

$$BKA = \bar{x} + K \sigma$$

$$BKA = 150 + 2 \times 1$$

$$BKA = 152 \text{ cm}$$

$$BKB = \bar{x} - K \sigma$$

$$BKB = 150 - 2 \times 1$$

$$BKB = 148 \text{ cm}$$

2. Jangkauan Tangan (JT)

- a. Rata-rata
- $$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$
- $$\bar{x} = \frac{\sum 274}{4}$$
- $$\bar{x} = 68,5$$
- b. Standar deviasi
- $$\sigma = \sqrt{\frac{Nx(\sum x)^2 - (\sum x^2)}{N(N-1)}}$$
- $$\sigma = \sqrt{\frac{4x18774 - 75076}{4(3)}}$$
- $$\sigma = 1,29$$
- c. BKA BKB
- $$BKA = \bar{x} + K \sigma$$
- $$BKA = 68,5 + 2 \times 1,29$$
- $$BKA = 71,08 \text{ cm}$$
- $$BKB = \bar{x} - K \sigma$$
- $$BKB = 68,5 - 2 \times 1,29$$
- $$BKB = 65,92 \text{ cm}$$
3. Tinggi Siku Duduk (TSD)
- a. Rata-rata
- $$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$
- $$\bar{x} = \frac{\sum 246}{4}$$
- $$\bar{x} = 61,5$$
- b. Standar deviasi
- $$\sigma = \sqrt{\frac{Nx(\sum x)^2 - (\sum x^2)}{N(N-1)}}$$
- $$\sigma = \sqrt{\frac{4x15134 - 60516}{4(3)}}$$
- $$\sigma = 1,29$$
- e. BKA BKB
- $$BKA = \bar{x} + K \sigma$$
- $$BKA = 61,5 + 2 \times 1,29$$
- $$BKA = 64,08 \text{ cm}$$
- $$BKB = \bar{x} - K \sigma$$
- $$BKB = 61,5 - 2 \times 1,29$$
- $$BKB = 58,92 \text{ cm}$$

Tabel 4 Data setelah pengukuran

Dimensi Tubuh	Rata-rata	Standar Deviasi	Batas Atas	Batas Bawah	Keterangan
TBB	150	1	152	148	Data Seragam
JT	68,5	1,29	71,08	65,92	Data Seragam
TSD	61,5	1,29	64,08	58,92	Data Seragam

Dalam melakukan perhitungan persentil menggunakan persentil 5-th merupakan ukuran persentil terkecil, persentil 50-th merupakan ukuran persentil rata-rata, dan persentil 95-th merupakan ukuran persentil terbesar. Berikut merupakan tahap perhitungan persentil

1. Tinggi Bahu Berdiri (TBB)

$$P5 = \bar{x} - 1,645 \cdot \sigma$$

$$= 150 - 1,645 (1)$$

$$= 148,36 \text{ cm}$$

$$P50 = \bar{x}$$

$$= 150$$

$$P95 = \bar{x} + 1,645 \cdot \sigma$$

$$= 150 + 1,645 (1)$$

$$= 151,65 \text{ cm}$$

2. Jangkauan Tangan (JT)

$$P5 = \bar{x} - 1,645 \cdot \sigma$$

$$= 68,5 - 1,645 (1)$$

$$= 66,86 \text{ cm}$$

$$P50 = \bar{x}$$

$$= 68,5$$

$$P95 = \bar{x} + 1,645 \cdot \sigma$$

$$= 68,5 + 1,645 (1)$$

$$= 70,15 \text{ cm}$$

3. Tinggi Siku Duduk (TSD)

Website: <https://jurnal.utb.ac.id/index.php/indstrk>

$$\begin{aligned}
 P5 &= \bar{x} - 1,645 \cdot \sigma \cdot \bar{x} \\
 &= 61,5 - 1,645 (1) \\
 &= 59,86 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P50 &= \bar{x} \\
 &= 61,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P95 &= \bar{x} + 1,645 \cdot \sigma \cdot \bar{x} \\
 &= 61,5 + 1,645 (1) \\
 &= 63,15 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan antropometri maka didapat hasil persentil tenaga kerja sebagai berikut :

Tabel 5 Hasil Perhitungan Antropometri

Antropo metri	Persentil (cm)			
	5th	50th	95th	90th
TBB	148,36	150,0	151,65	151,28
JT	66,86	68,5	70,15	70,1
TSD	59,86	61,5	63,15	63,1

Alasan menggunakan persentil 50th adalah menggunakan rata-rata pengukuran pada 4 tenaga kerja, dikarenakan apabila ada tenaga kerja yang berhalangan masuk kerja dapat digantikan dengan tenaga kerja yang lain. Dilihat pada TBB (Tinggi Siku Berdiri) rata-rata yang didapat adalah 150 cm pada persentil 50th. pada JT (Jangkauan Tangan) rata-rata yang didapat adalah 68,5 cm pada persentil 50th. Pada TSD (Tinggi Siku Duduk) rata-rata yang didapat adalah 61,5 cm pada persentil 50th.

Perhitungan Harga Pokok Produksi Sebelum Perancangan

- a. Perhitungan Harga Bahan Baku

Kedelai
 1 hari : 48 kg
 1 kg : Rp. 10.200

Biaya kedelai dalam 1 hari
 = 48 kg x Rp. 10.200
 Biaya kedelai dalam 1 hari
 = Rp. 489.600

Ragi
 1 kg : Rp. 30.000
 Ragi untuk pembuatan tempe umumnya dibutuhkan 0,1% dari total berat kedelai
 Ragi yang dibutuhkan dalam 1 hari = 48 kg kedelai x 0,1% = 48 gram ragi (0,048 kg)
 Biaya ragi dalam 1 hari = 0,048 kg x Rp. 30.000
 Biaya ragi dalam 1 hari = Rp. 1.440

Plastik
 1 kg = Rp. 136
 Biaya plastik dalam 1 hari = 48 kg x Rp. 136
 Biaya plastik dalam 1 hari = Rp. 6.528

Jadi untuk biaya bahan baku yang dibutuhkan untuk 1 hari: Rp 489.600 + Rp. 1.440 + Rp. 6.528 = Rp. 497.568

- b. Perhitungan Biaya Tenaga Kerja
 Gaji tenaga kerja dalam 1 hari sebesar Rp. 36.000/orang, dengan tenaga kerja 4 orang dan hari kerja selama 28 hari kerja
 Biaya untuk gaji pekerja dalam 1 hari = Rp. 36.000 x 4 = Rp. 144.000
- c. Biaya overhead
 Terdiri dari biaya gas dan air untuk proses produksi tempe

Biaya overhead = Rp.
36.000 dalam 1 hari

f. Perhitungan HPP

Tabel 6 Harga Pokok
Produksi

Keterangan	Biaya
Biaya Bahan	Rp.
Baku	497.568
Biaya	Rp.
Tenaga	144.000
Kerja	
Biaya	Rp.
Overhead	36.000
Total Biaya	Rp.
Keseluruhan	677.568

$$\text{HPP} = \frac{\text{total biaya keseluruhan}}{\text{kapasitas produksi}}$$

$$\text{HPP} = \frac{\text{Rp.677.568}}{48}$$

$$\text{HPP} = \text{Rp. 14.116}$$

Perhitungan Harga Pokok
Produksi Sesudah Perancangan

a. Perhitungan Harga Bahan Baku

Kedelai
1 hari : 100 kg
1 kg : Rp. 10.200
Biaya kedelai dalam 1 hari
= 100 kg x Rp. 10.200
Biaya kedelai dalam 1 hari
= Rp. 1.020.000

Ragi
1 kg : Rp. 30.000
Ragi untuk pembuatan
tempe umumnya
dibutuhkan 0,1% dari total
berat kedelai
Ragi yang dibutuhkan
dalam 1 hari = 100 kg
kedelai x 0,1% = 100 gram
ragi (0,100 kg)
Biaya ragi dalam 1 hari =
0,100 kg x Rp. 30.000

Biaya ragi dalam 1 hari =
Rp. 3.000

Plastik
1 kg = Rp. 136
Biaya plastik dalam 1 hari
= 100 kg x Rp. 136
Biaya plastik dalam 1 hari
= Rp. 13.600

Jadi untuk biaya bahan
baku yang dibutuhkan
untuk 1 hari: Rp 1.020.000
+ Rp. 3.000 + Rp. 13.600
= Rp. 1.036.600

b. Perhitungan Biaya Tenaga Kerja

Gaji tenaga kerja dalam 1
hari sebesar Rp.
36.000/orang, dengan
tenaga kerja 4 orang dan
hari kerja selama 28 hari
kerja

Biaya untuk gaji pekerja
dalam 1 hari = Rp. 36.000
x 4 = Rp. 144.000

c. Biaya overhead

Terdiri dari biaya gas dan
air untuk proses produksi
tempe
Biaya overhead = Rp.
36.000 dalam 1 hari

d. Perhitungan HPP

Tabel 7 Harga Pokok
Produksi

Keterangan	Biaya
Biaya	Rp.
Bahan	1.036.60
Baku	0
Biaya	Rp.
Tenaga	144.000
Kerja	
Biaya	Rp.
Overhead	36.000

Total Biaya Keseluruhan	Rp. 1.216.600
n	0

$$HPP = \frac{\text{total biaya keseluruhan}}{\text{kapasitas produksi}}$$

$$HPP = \frac{Rp.1.216.600}{100}$$

$$HPP = Rp. 12.166$$

Setelah menghitung harga pokok produksi sebelum dan sesudah perancangan maka berikut adalah perbandingan harga pokok produksi :

Tabel 8 Output Sebelum dan Sesudah Perhitungan

Keterangan	Output Sehari (kg)	Harga Pokok Produksi
Sebelum perancangan	48	Rp. 14.116
Sesudah perancangan	100	Rp. 12.166

Dilihat dari tabel perbandingan diatas dapat diketahui penurunan harga pokok produksi setelah dilakukan perancangan inovasi alat pengemas kedelai sebesar Rp. 2.000

Dari hasil yang tertera juga dapat diketahui dengan harga jual untuk tempe kemasan 500 gram adalah Rp. 8.000 maka dengan dirancangnya inovasi alat pengemasan kedelai harga pokok produksi sesudah perancangan Rp. 6.083 mendapatkan keuntungan sebesar Rp. 1.917/500 gram = Rp. 3.834/kg.

Waktu yang dibutuhkan dalam investasi alat pengemas kedelai agar kembali modal awal inventasi, menggunakan asumsi bahwa penjualan sesuai dengan data permintaan pada Rumah Produksi Tempe Mas Alfin. Maka waktu untuk pengembalian modal adalah :

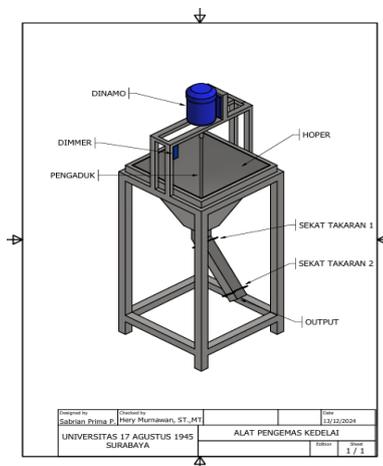
Tabel 9 Payback Periode

Hari ke -	Alat pengemas Kedelai Keuntungan per hari	Biaya investasi
-----------	---	-----------------

0		-Rp. 2.800.000
1	Rp. 383.400	-Rp. 2.416.600
2	Rp. 383.400	-Rp. 2.033.200
3	Rp. 383.400	-Rp. 1.649.800
4	Rp. 383.400	-Rp. 1.266.400
5	Rp. 383.400	-Rp. 883.000
6	Rp. 383.400	-Rp. 499.600
7	Rp. 383.400	-Rp. 116.200
8	Rp. 383.400	Rp. 267.200

Nilai payback periode alat pengemas kedelai adalah 8 hari untuk biaya yang digunakan adalah Rp. 383.400. Pengembalian biaya investasi alat pengemas kedelai kurang dari 1 bulan, maka sangat layak dilaksanakan.

Desain Alat



Gambar 2. Desain Alat Pengemas Kedelai

Sumber : Peneliti, 2024

Gambar diatas merupakan hasil perancangan alat pengemas kedelai yang didapat setelah perhitungan antropometri. Hopper berfungsi untuk masuk kedelai dan wadah untuk kedelai. Sekat berfungsi untuk memperkirakan sesuai takaran yang diinginkan. Dinamo

dan besi as pengaduk berfungsi untuk memutar kedelai agar bisa turun.

Kesimpulan

Hasil dari penelitian dan pembahasan, dapat diketahui kesimpulan yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

Hasil dari perhitungan antropometri menghasilkan alat pengemas kedelai yang lebih efisien. Ukuran yang didapat antara lain yaitu TBB (Tinggi Bahu Berdiri) didapat 150 cm untuk ukuran tinggi alat, JT (Jangkauan Tangan) didapat 68,5 cm untuk penentuan jarak tangan untuk input kedelai, dan TSD (Tinggi Siku Duduk) didapat 61,5 cm untuk penentuan output kedelai.

Hasil dari perancangan alat pengemas kedelai diatas sebelum perancangan menggunakan 1 tenaga kerja dalam proses pengemasan didapatkan waktu yang awalnya 75 detik menjadi 36 detik untuk menghasilkan 1 kg setelah menggunakan inovasi alat pengemas kedelai.

Dari perancangan inovasi alat pengemas kedelai tentu meningkatkan kapasitas produksi mencapai 108%, serta didapat penurunan harga pokok produksi yang awal Rp. 7.058 menjadi Rp. 6.083 per 500 gramnya. perhitungan *payback periode* yang digunakan untuk menghitung berapa lama pengembalian dana investasi alat pengemas kedelai mendapatkan hasil selama 8 hari dengan biaya yang dikeluarkan Rp. 383.400/hari.

Daftar Pustaka

- Adiguna, A. R., Chandra Saputra, M., & Pradana, F. (2018). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Manajemen Gudang pada PT Mitra Pinasthika Mulia Surabaya* (Vol. 2, Issue 2). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Alvina, A., Hamdani, D. H., & Jumiono, A. (2019). Proses Pembuatan Tempe Tradisional. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 1(1), 9–12. <https://doi.org/10.30997/jiph.v1i1.2004>
- Astuti, N. P. (2009). Sifat Organoleptik Tempe Kedelai Yang Dibungkus Plastik ., *Fakultas Ilmu Kesehatan, UMS (Skripsi)*.
- Bello, O. :, & Ralahallo, A. B. (2021). *PENGARUH STRATEGI PENGEMBANGAN PRODUK TERHADAP PENINGKATAN VOLUME PENJUALAN PLYWOOD PADA PT. WAENIBE WOOD INDUSTRI KABUPATEN BURU*. 15(2).
- Friansyah, I. G., Agustina, D., & Waidah, D. F. (2021). *Perancangan Sistem Informasi Kepegawaian Di Kantor Bagian Administrasi DanPembangunan Seketariat Daerah Kabupaten Karimun Berbasis Website*.
- Hapsari, I., Al Habshe, A., & Santoso, A. (2019). Perencanaan Produksi Proses Pembuatan Alat Musik Flute. *Rekayasa*, 12(1), 5. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.4565>
- Lukas, A. (n.d.). *Inovasi Diversifikasi Produk Gambir*. PT Kanisius. <https://books.google.co.id/books?id=c75EAAAQBAJ>
- Nasution, A. H., & Kartajaya, H. (n.d.). *Inovasi*. Penerbit Andi. https://books.google.co.id/books?id=Q_BuDwAAQBAJ
- Nugraha, L. A., & Debora, F. (2024). *Volume 8 No . 4 Oktober 2024 Perhitungan Harga Pokok Penjualan Kaos Sablon Menggunakan Metode Full Costing Pada IKM Sinovec P-ISSN: 2776-4745*. 8(4), 993–1002.
- NURCAHYANIE, Y. D. (2024). *Perancangan Pengembangan Produk Berkelanjutan*. CV. AZKA PUSTAKA. <https://books.google.co.id/books?id=a2AHEQAAQBAJ>
- NURMIANTO, E. (2004). *Ergonomi : Konsep Dasar dan Aplikasinya Edisi Kedua / Eko Nurmiyanto (Edisi Kedu)*.
- Pattiasina, N. H., Markus, P., & Pattiselanno, S. R. R. (2022). Kajian Antropometri Pengrajin Tenun Ikat Khas Maluku. *Jurnal Simetrik*, 11(2), 495–503. <https://doi.org/10.31959/js.v11i2.849>
- Pradana, A. Y., & Pulansari, F. (2021). Analisis Pengukuran Waktu Kerja Dengan Stopwatch Time Study Untuk Meningkatkan Target Produksi Di Pt. Xyz. *Juminten*, 2(1), 13–24. <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i1.217>
- Priyono, P., & Yuamita, F. (2022). *Pengembangan Dan Perancangan Alat*

Website: <https://jurnal.utb.ac.id/index.php/indstrk>

- Pemotong Daun Tembakau Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 1(3), 137–144.
- Sari, S. P., Handriansyah, A. E., Anwar, W., Suryaningsih, N., Jubaedah, E., Rustandi, R., Widiyanti, T., Astuti, I. P., & Alirejo, M. S. (2024). *Operations & Supply Chain Management*. Pradina Pustaka.
<https://books.google.co.id/books?id=6sj1EAAAQBAJ>
- Septiani, R., Sundari, S., Hidayat, G., Pratama, A. W., Gajah, J., No, M., & Timur, T. K. (2024). *Volume 8 No . 4 Oktober 2024 Perancangan alat Penyiram Jagung Portabel Semi-Otomatis dalam Mendukung Pertanian Jagung Modern Abstrak P-ISSN : 2776-4745*. 8(4), 986–992.
- Setiawan, Z., Suharyanto, S., Judijanto, L., Zahara, A. E., Suryadi, I., Juniarto, G., Wulandari, D., Premayani, N. W. W., Wibowo, S. E., & Rianty, E. (2024). *Strategi Pengembangan Produk: Panduan Praktis untuk Keunggulan Kompetitif*. PT. Green Pustaka Indonesia.
<https://books.google.co.id/books?id=eu4CEQAAQBAJ>
- Shaifudin, A. (n.d.). Makna Perencanaan dalam Manajemen Pendidikan Islam. In *Journal of Islamic Studies / Page* (Vol. 01).
- Wignjosoebroto, S. (2006). *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri / Sritomo Wignjosoebroto* (cetakan 2,).
- Wiratama, A., & Samopa, F. (2020). Optimization of IS/IT Investment using the Cost-Benefit Analysis (CBA) Method in Government Agencies. *Jurnal IPTEK*, 24(2), 131–138.
<https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2020.v24i2.1125>
- YANTO, & NGALIMAN, B. (2017). *Ergonomi : Dasar-Dasar Studi Waktu & Gerakan untuk Analisis & Perbaikan Sistem Kerja / Yanto; Billy Ngaliman* (Edisi 1, c). Andi.