

Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Minimasi *Waste Waiting* pada Proses Pencetakan Tahu di PD Mahrup

1st Teguh Prasetyo
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

teguhprasetyo@student.telkomuniversit
y.ac.id

2nd Tatang Mulyana
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

tatangmulyana@telkomuniversity.ac.id

3rd Ayudita Oktafiani
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

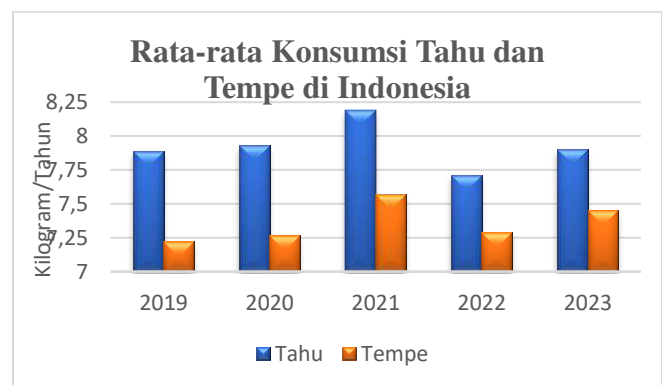
ayuditaoktafiani@telkomuniversity.ac.i
d

Abstrak— Mayoritas pabrik tahu di Indonesia merupakan industri skala rumahan dengan memiliki ciri khas pada produksinya yang masih menggunakan metode tradisional. Penggunaan metode ini seringkali menyebabkan masalah inefisiensi waktu produksi. Hal ini juga dialami oleh PD Mahrup yang selama proses observasi berlangsung ditemukannya beberapa pemborosan (*waste*). Di dalam konsep *lean manufacturing*, *waste* merupakan segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah kepada pelanggan dan menyebabkan kerugian sehingga perlu diminimalisir atau bahkan dieliminasi. Seperti yang sudah disinggung sebelumnya, salah satu *waste* yang dialami oleh PD Mahrup adalah *waste waiting*. Salah satu aktivitas yang berkontribusi dalam munculnya *waste waiting* adalah aktivitas pengepresan. 1837,87 detik adalah waktu yang diperlukan untuk menunggu proses pengepresan selesai. Untuk meminimalisir pemborosan waktu tersebut digunakanlah konsep *lean manufacturing*. Ada dua *tools* yang dapat digunakan dalam menerapkan *lean manufacturing* yaitu VSM dan PAM. Solusi yang bisa dihadirkan dalam mengatasi permasalahan *waste waiting* akibat pengepresan tahu adalah dengan merancang usulan alat pres dan potong tahu sistem pneumatik. Apabila usulan rancangan alat tersebut diimplementasikan maka dapat mengurangi *waste waiting* akibat pengepresan tahu menjadi 771,96 detik.

Kata kunci— *Lean Manufacturing*, *Waste Waiting*, PAM, Pengembangan Produk

I. PENDAHULUAN

Tahu menjadi salah satu panganan yang umum dikonsumsi masyarakat Indonesia tiap harinya. Maka tidak heran jika tiap tahunnya tahu mengalami pertumbuhan yang cukup signifikan seperti pada gambar 1.



GAMBAR 1
Rata-rata Konsumsi Tahu dan Tempe di Indonesia
Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

Dari gambar 1 terlihat bahwa rata-rata konsumsi tahu bahkan melebihi panganan dari kedelai lainnya yaitu tempe selama lima tahun terakhir, meskipun sempat mengalami penurunan di tahun 2022 namun keduanya kembali naik di tahun 2023.

Kenaikan konsumsi tahu ini mengindikasikan bahwa masyarakat Indonesia memiliki ketertarikan terhadap panganan tersebut, faktor kandungan gizi dan harga yang ekonomis menjadi jawabannya. Seiring dengan peningkatan konsumsi tahu dari 2019 hingga 2023 maka para pelaku industri juga harus bisa meningkatkan produktivitasnya sehingga dapat memenuhi semua permintaan yang ada.

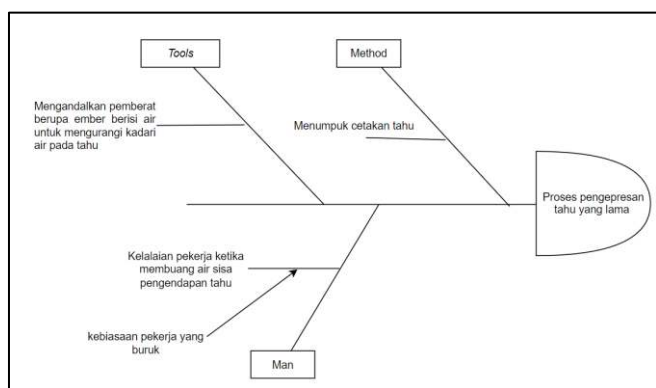
Namun, peningkatan produksi tahu dapat menjadi sebuah permasalahan bagi mayoritas pabrik tahu di Indonesia. Mayoritas pabrik tahu di Indonesia merupakan industri skala rumahan yang memiliki kemampuan produksi yang terbatas, berbeda dengan industri tahu yang skalanya besar ataupun sudah menggunakan metode yang lebih modern. Umumnya industri tahu rumahan masih menerapkan metode tradisional dalam produksinya yang pada akhirnya mengakibatkan waktu produksi yang lebih lama.

Masalah itu juga dialami oleh PD Mahrup yang merupakan salah satu pengrajin tahu skala rumahan di daerah Bandung. Setelah melakukan pengamatan langsung ke lantai produksi dan mewawancarai pemiliknya, ditemukan permasalahan menyangkut pemborosan (*waste*) waktu produksi. Salah satunya adalah *waste waiting*.

TABEL 1
Waste waiting pada Produksi Tahu PD Mahrup

Nama Aktivitas	Waktu (detik)	Persentase
Menunggu air rebusan kedelai tersaring	395,77	18%
Menunggu tahu selesai di pres	1837,87	82%
Total	2233,64	100%

Berdasarkan tabel 1, aktivitas yang dominan menyebabkan waste waiting pada produksi tahu di PD Mahrup adalah menunggu tahu selesai di pres dengan persentase 82% dan waktunya yaitu 1837,87 detik. Adapun upaya yang dilakukan untuk mengetahui penyebab atau sumber masalah dari aktivitas tersebut adalah dengan menggunakan *fishbone diagram* seperti pada gambar 2.



GAMBAR 2
Fishbone Diagram

Setidaknya ada tiga faktor yang berhasil diidentifikasi yang merupakan sumber masalah dari menunggu pengepresan tahu yang lama. Faktor pertama disebabkan oleh metode yang digunakan, pengepresan dilakukan dengan cara menumpuk cetakan lalu pada cetakan paling atas diberikan pemberat. Metode ini menyebabkan gaya tekan yang dialami masing-masing cetakan tidak merata, disamping itu air yang keluar dari hasil pengepresan seringkali jatuh ke cetakan dibawahnya sehingga tanpa disadari air masuk ke dalam cetakan dan menyebabkan pengepresan yang lama.



GAMBAR 3
Pengepresan Tradisional

Kedua, alat yang digunakan hanya menggunakan ember yang diisi air, alat ini memiliki kelemahan yaitu mulai dari tidak bisanya mengatur tekanan yang diinginkan, menyebabkan *waste transportation* dan *waste motion* untuk menyiapkan alat ini, serta dinilai tidak cukup higienis.

Ketiga, ada;ah manusia (pekerja). Kelalaian pekerja dalam mengurangi air hasil pengendapan juga dapat menyebabkan lamanya proses pengepresan karena kandungan air yang banyak pada saat pencetakan. Ketiga alasan tersebut merupakan faktor utama perlunya usulan rancangan alat pres. Proses perencanaan produk mempertimbangkan peluang dari pengembangan produk tersebut yang bisa diperoleh dari berbagai sumber seperti saran dari pemasaran, riset teknis, kebutuhan pelanggan, dan *benchmark* produk kompetitor[1]

Produk yang ada dipasaran memiliki beberapa kekurangan seperti mekanisme kerja alat yang membutuhkan tenaga manusia, kapasitas yang lebih rendah dibandingkan dengan metode tradisional, dan kecepatan proses pengepresan ditentukan berapa besar gaya tekan yang diberikan oleh pekerja dalam menggunakan alat tersebut. Dari kekurangan-kekurangan tersebutlah maka penulis dapat menerjemahkannya menjadi *need statement* yang digunakan sebagai acuan dalam mererancang usulan alat.



GAMBAR 4
Alat Pres Tahu Existing

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijabarkan maka rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah bagaimana merancang alat pengepresan dan potong tahu menggunakan sistem pneumatik sehingga dapat mengurangi *waste waiting* yang terjadi pada pengepresan tahu, berapa estimasi yang yang dibutuhkan untuk membuat alat pres dan potong tahu, dan bagaimana menganalisa ketahanan material rangka usulan alat terhadap beban yang diberikan. Penelitian ini Penelitian ini diharapkan dapat membantu para pelaku industri tahu rumahan lainnya dalam mengurangi waste waiting selama proses produksi berlangsung sehingga dapat mengurangi waktu produksi. Sementara itu bagi para peneliti dapat dijadikan sebagai referensi dalam mengisi gap permasalahan dengan topik yang serupa.

II. KAJIAN TEORI

A. Lean Manufacturing

Konsep lean manufacturing merupakan sebuah upaya yang dilakukan secara kontinyu untuk menghilangkan pemborosan atau disebut dengan waste serta memberikan nilai tambah (value added) pada produk akhir sehingga memberikan nilai kepada pelanggan[2]

B. Waste

Terdapat delapan jenis pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses bisnis dan manufaktur diantaranya yaitu produksi yang berlebih, menunggu

(*waiting*), transportasi yang tidak diperlukan, memproses secara berlebih, *inventory* yang berlebihan, gerakan yang tidak perlu, produk yang mengalami kecacatan/*defect*, dan kreatifitas pekerja yang tidak dimanfaatkan[3].

C. Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) adalah teknik yang digunakan untuk memetakan aliran material, informasi serta linimasa proses produksi suatu barang[4].

D. Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) merupakan salah satu tools yang dapat digunakan pada analisis pada VSM yang sering digunakan untuk mengidentifikasi lead time dan peluang produktivitas untuk aliran produk dan aliran informasinya [5]. PAM digunakan untuk memetakan setiap aktivitas dalam proses produksi dan mengklasifikasikan tiga jenis aktivitas berdasarkan kontribusinya yaitu aktivitas yang memberikan nilai tambah (*Value-Added*), aktivitas yang dibutuhkan namun tidak memberikan nilai tambah (*Necessary Non Value-Added*), dan jenis terakhir adalah aktivitas yang tidak memberikan nilai dan bisa dieliminasi (*Non-Value-Added*)[6].

E. Product Development

Product Development merupakan serangkaian aktivitas yang dilakukan suatu kelompok untuk menyusun, merancang, serta mengkomersialkan suatu produk. Ada enam langkah dalam merancang dan mengemabngkan suatu produk yaitu *planning*, *concept development*, *system level design*, *detail design*, *testing and refinement*, dan *production ramp-up*[1].

F. Sistem Pneumatik

Istilah pnematik berasal dari kata yunani “πνεύμα” (*pnévma*) yang berarti “bernafas” atau “tiupan ringan”, dan dimasa kini berubah arti menjadi “roh”. Pneumatik merupakan sebuah sistem operasi yang memanfaatkan udara bertekanan. Pneumatik telah dimanfaatkan oleh banyak industri dalam hal otomasi pada sebagian besar operasi mereka. Komponen utama dari sistem ini terbagi menjadi dua kategori yaitu *pneumatic acutuator* yang berfungsi untuk mengubah energi dari udara bertenakan kedalam Gerakan terarah atau berputar, alat ini dikenal dengan sebutan silinder pneumatik. Kategori kedua adalah *valve* yang memiliki peran dalam mengontrol atau mengatur pengoperasian aktuator pada pneumatik [7].

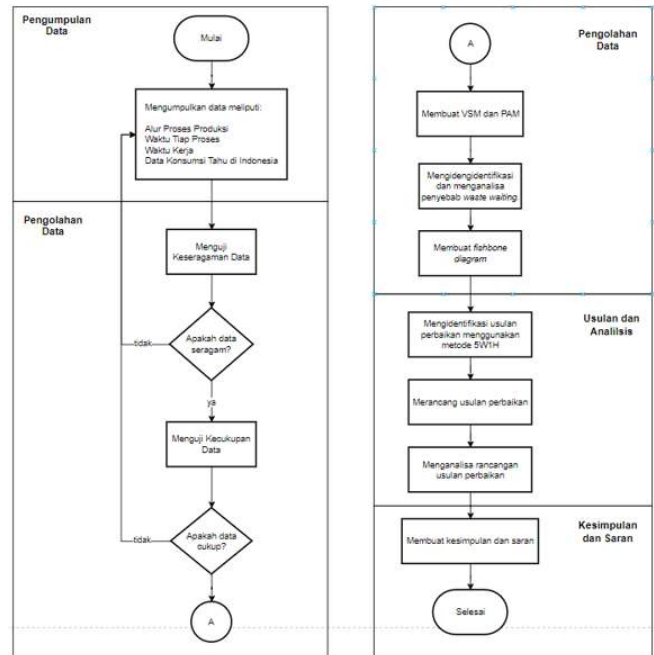
III. METODE

A. Penerapan Konsep Lean Manufacturing

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan inefisiensi pada tugas akhir ini adalah dengan menerapkan konsep *lean manufactueing*. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa konsep ini berfokus pada melakukan perbaikan secara terus menerus dalam melancarkan aliran nilai pada produk dan memberikan *value added* pada pelanggan dengan meminimalisir atau mengeleiminiasi *waste* yang muncul selama proses produksi. *Waste* disini merupakan kegiatan yang tidak menimbulkan nilai tambah pada produk namun memakan waktu dan biaya dalam produksinya sehingga perlu dihilangkan [3].

B. Sistematika Perancangan

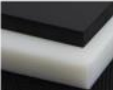
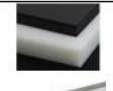
Sistematika perancangan pada tugas akhir ini meliputi pengumpulan data, pengolahan data, usulan dan analisis, dan terakhir merupakan kesimpulan.



GAMBAR 5
Sistematika Perancangan

C. Concept Generation

Tujuan dari concept generation adalah untuk melakukan eksplorasi secara menyeluruh sehingga konsep produk dapat memenuhi kebutuhan [1]. Berikut ini merupakan *concept generation* pada rancangan alat pres dan potong tahu:

Mekanisme Pres	Material Meja Pres	Alat Pemotong Tahu
 Pneumatik	 polypropylene	 Pemotong dari stainless steel
	 Stainless steel	
	 Kombinasi	
	 Kombinasi	

GAMBAR 6
Final Design Alat Pres dan Potong Tahu

D. Concept Selection

Concept selection melibatkan analisis dan eliminasi dari berbagai konsep produk untuk mengidentifikasi konsep mana yang paling menjanjikan. Proses ini biasanya memerlukan beberapa iterasi dan dapat memicu pembuatan dan penyempurnaan konsep tambahan. Ada dua tahapan dalam melakukan *concept selection* yaitu pertama adalah *concept*

screening yang mana selama proses ini, dilakukan eliminasi berbagai alternatif konsep yang tersedia berdasarkan perbandingan menggunakan screening matrix.

Kedua adalah *concept scoring* dimana Pada tahapan ini dilakukan analisis lebih mendetail dan evaluasi kuantitatif terhadap konsep-konsep yang tersisa menggunakan matriks penilaian sebagai panduan. Tahapan ini hanya dilakukan jika tidak ada konsep yang lebih dominan pada *concept screening* [1]. Berikut ini merupakan konsep-konsep yang ada:

1. Konsep 1

Pada konsep ini menggunakan mekanisme pneumatik, material meja pres seluruhnya terbuat dari *polypropylene* dan untuk pemotongan menggunakan cetakan *stainless steel*.



GAMBAR 7
Konsep 1

2. Konsep 2

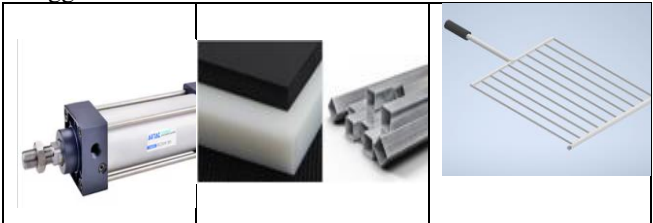
Pada konsep ini menggunakan mekanisme pneumatik, material meja pres seluruhnya terbuat dari *stainless steel* dan untuk pemotongan menggunakan material *stainless steel*.



GAMBAR 8
Konsep 2

3. Konsep 3

Pada konsep ini menggunakan mekanisme pneumatik, material meja pres terbuat dari *stainless steel* untuk kaki meja dan daun meja dari *polypropylene*, lalu untuk pemotongan menggunakan material *stainless steel*.



GAMBAR 9
Konsep 3

E. Concept Screening

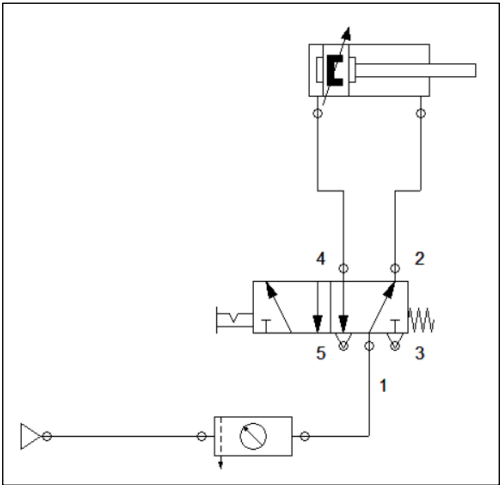
Concept screening didasarkan pada metode yang dikembangkan oleh Stuart Pugh di tahun 1980an dan sering disebut sebagai *Pugh Concept Selection*. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mempersempit jumlah konsep yang ada dengan cepat[1]. Berikut ini merupakan *concept screening matrix* yang telah dibuat:

TABEL 2
Concept Screening Matrix

Kriteria	Konsep			Perbandingan
	1	2	3	
Easy to use	+	+	+	0
Durability	-	0	-	0
Performance	0	+	+	0
Ergonomic	+	+	+	0
Additional Feature	+	+	+	0
Net Score	2	4	3	
Rank	3	1	2	
Continued?	No	Yes	No	

F. Pembuatan Diagram Sistem Pneumatik

Pembuatan diagram ini memiliki tujuan untuk menggambarkan dan memahami bagaimana sistem bekerja. Diagram pneumatik pada penelitian ini dibuat menggunakan *software FluidSim*

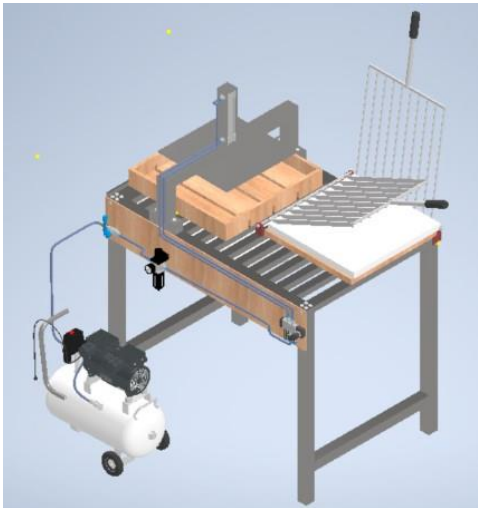


GAMBAR 10
Diagram Pneumatik Alat Pres dan Potong Tahu

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Rancangan Alat Pres dan Potong Tahu

Hasil rancangan alat pres dan potong tahu mengacu pada konsep yang telah dipilih sebelumnya pada tahapan *concept selection*. Berikut ini merupakan *final design* alat pres dan potong tahu.



GAMBAR 11
Final Design Alat Pres dan Potong Tahu

B. Estimasi Biaya

Pada sub bab ini dibualah estimasi biaya untuk rancangan alat pres dan potong tahu, namun estimasi tersebut hanya berfokus pada harga material rancangan alat dan harga komponen-komponen yang dibutuhkan untuk sistem pneumatiknya. Total biaya yang perlu dikeluarkan untuk merealisasikan usulan alat pres dan potong tahu adalah Rp6.378.516.

C. Analisis Sebelum dan Sesudah Usulan

Berdasarkan perhitungan waktu estimasi untuk pengepresan dan pemotongan, rancangan alat dapat mempecepat proses tersebut. Berikut ini merupakan perbandingan waktu sebelum dan setelah menerapkan usulan yang tersaji pada tabel di bawah

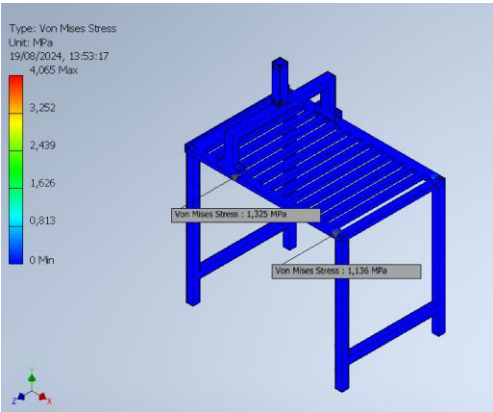
TABEL 3
Perbandingan Waktu Sebelum dan Sesudah Usulan

Aktivitas	Waktu Aktual (detik)	Waktu Setelah Usulan (detik)
Menunggu pengepresan tahu	1837,87	771,96
Memotong tahu	45,90	12,20

Berdasarkan tabel 3, menunjukan bahwa dengan dirancangnya usulan alat pres dan pemotong tahu dapat mengurangi waste waiting yang cukup signifikan yaitu dari awalnya 1837, 87 detik menjadi 771,96 detik. Kemudian untuk aktivitas pemotongan dari yang awalnya 45,90 detik menjadi 12,20 detik.

D. Analisis Von Mises Stress

Dari gambar 12 menunjukan bahwa *von mises stress* yang dialami oleh rangka meja pres dengan material *stainless steel* tidak melebihi nilai yield strength yaitu sebesar 275 Mpa sehingga kerangka tidak mengalami deformasi dan dipastikan bahwa rancangan alat tidak mengalami kegagalan ketika menerima beban hingga mencapai 500N.



GAMBAR 12
Von Mises Stress Analysis

E. Kelebihan dan Kekurangan Hasil Rancangan

Rancangan alat pres dan pemotong yang dibuat memiliki kelebihan dan kekurangannya. Berikut ini merupakan kelebihan dan kekurangan dari rancangan alat tersebut:

TABEL 4
Kelebihan dan Kekurangan Rancangan Alat

Kelebihan	Kekurangan
Mempercepat proses pengepresan dibandingkan metode tradisional	Memerlukan biaya awal yang tinggi.
Lebih higienis dibandingkan dengan metode tradisional	Memerlukan pemeliharaan dan perbaikan secara rutin
Memiliki ketahanan fisik yang kuat	Bergantung pada listrik untuk menghidupkan mesin kompresor udara.
Resisten terhadap korosi.	Dibutuhkannnya pelatihan kepada pekerja untuk menggunakan rancangan alat.
Mudah digunakan.	Dimensi yang lebih besar dibandingkan menggunakan metode tradisional.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan di pabrik tahu Mahrup ditemukan permasalahan menyangkut pemborosan atau *waste waiting* disepanjang proses produksi pembuatan tahu, salah satunya yaitu menunggu pengepresan tahu. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan dibuatnya rancangan alat pres dan potong tahu dengan menggunakan sistem pneumatik.

Dari hasil ranacanagn alat bantu tersebut didapatkan kesimpulannya yaitu berdasarkan estimasi perhitungan waktu pengepresan menunjukan bahwa alat tersebut dapat mengurangi *waste waiting* pengepresan dengan metode tradisional yang sebelumnya 1837,87 detik menjadi 771,96 detik. Estimasi biaya yang diperlukan untuk menyiapkan seluruh material maupun komponen dari alat pres dan potong tahu adalah Rp6.378.516. Kemudian, berdasarkan hasil simulasi stress analysis menggunakan aplikasi autodesk

inventor, kerangka alat pres dan potong tahu dapat menahan beban hingga 500 N tanpa mengalami perubahan bentuk.

REFERENSI

- [1] K. T. Ulrich, S. D. Eppinger, and M. C. Yang, *Product design and development*.
- [2] V. Gaspersz and A. Fontana, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries. Waste Elimination and Continuous Cost Reduction*. 2011.
- [3] Jeffrey K. Liker, *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. 2006.
- [4] P. L. King and J. S. King, *Value Stream Mapping for the Process Industries*. 2017. doi: 10.1201/b18342.
- [5] P. Hines and D. Taylor, *Going lean: A guide to implementation. Lean Enterprise Research Center*, vol. 95, no. 1124. 2000.
- [6] D. T. Womack, J. P., & Jones, "Lean Thinking by Womack and Jones," *Review Literature And Arts Of The Americas*, no. November, 2000.
- [7] S. Manesis and G. Nikolakopoulos, *Introduction to Industrial Automation*. 2018. doi: 10.1201/9781351069083.