

**PERANCANGAN BLADE DAN PENAMPUNG ALAT PEMISAH KULIT KACANG KEDELAI
DENGAN MENGGUNAKAN METODE REVERSE ENGINEERING AND REDESIGN GUNA
MENGURANGI WAKTU SIKLUS**

*DESIGN OF SOYSKIN SEPARATOR DEVICE BLADE AND CONTAINER USING REVERSE
ENGINEERING AND REDESIGN METHODOLOGY TO REDUCE CYCLE TIME*

¹Fahira Gearahmani, ²Agus Kusnayat, ³Sri Martini

^{1,2,3}Bachelor of Industrial Engineering, Faculty of Industrial and System Engineering, Telkom University

¹fahiragea@gmail.com, ²agus_kusnayat@yahoo.com, ³srimartini59m@gmail.com

Abstrak

Rumah Tempe Indonesia di Bogor, Indonesia merupakan produsen tempe yang menggunakan sistem teknologi tepat guna (TTG) untuk memproduksi tempe yang higienis, mudah dan menguntungkan. Salah satu dari proses pembuatan tempe adalah proses pemisahan awal kacang kedelai dari kulit, yang menggunakan alat pengaduk terdiri dari container dan blade, dengan waktu siklus sebesar 31.50 menit untuk 60 kg kacang kedelai, waktu siklus terbesar untuk seluruh waktu siklus proses produksi tempe di RTI. Untuk mengurangi waktu siklus ini, dilakukan perbaharuan rancangan pada container alat pengaduk dengan menggunakan metode reverse engineering and redesign. Container alat pengaduk dianalisis dan komponennya di dekomposisi untuk dikembangkan fiturnya berdasarkan dengan kebutuhan pelanggan. Digunakan concept generation untuk menghasilkan 6 konsep, yang kemudian disaring dengan menggunakan concept screening dan dinilai menggunakan concept scoring untuk menghasilkan rancangan terbaik yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Metode reverse engineering membuahkan hasil berupa penambahan saringan dan filter sikat pada permukaan dalamnya. Hasil dari pengujian di Rumah Tempe Indonesia menunjukkan perubahan waktu siklus proses pemisahan awal menjadi 24 menit untuk proses yang menggunakan konsep usulan pertama, mengalami penurunan sebanyak 23.80% dari waktu siklus alat existing dan waktu siklus sebesar 30.2 menit untuk proses yang menggunakan konsep usulan kedua yang mengalami penurunan sebanyak 4.76% dari waktu siklus alat existing. Alat pemisah kulit kacang kedelai dengan konsep pertama dapat membersihkan dengan persentase 57% sementara alat dengan konsep kedua dapat membersihkan dengan persentase 55%.

Kata kunci : *reverse engineering and redesign, pengembangan produk, waktu siklus, produktivitas, tempe.*

Abstract

Rumah Tempe Indonesia in Bogor, Indonesia is a soybean tempeh production center that uses Appropriate Technology sistem in order to produce soybean tempeh that are hygienic, affordable and profitable. One of the production processes is an initial separating process of the soybean skin, which uses a soybean skin separating device that consists of a container and a blade. This device could separate the skin from 1 batch or 60 kilograms of boiled soybean in a cycle time of 31.50 minutes, which is the biggest amount of time needed in a single tempeh production process in RTI. In order to reduce this cycle time, a new proposed design is made using reverse engineering and redesign approach.

The device is decomposed to enhance the features based on the need statement. Concept Generation is used to generate 6 new concepts, which is then narrowed down using concept screening and concept scoring to produce the best concept to reduce the cycle time of the production process.

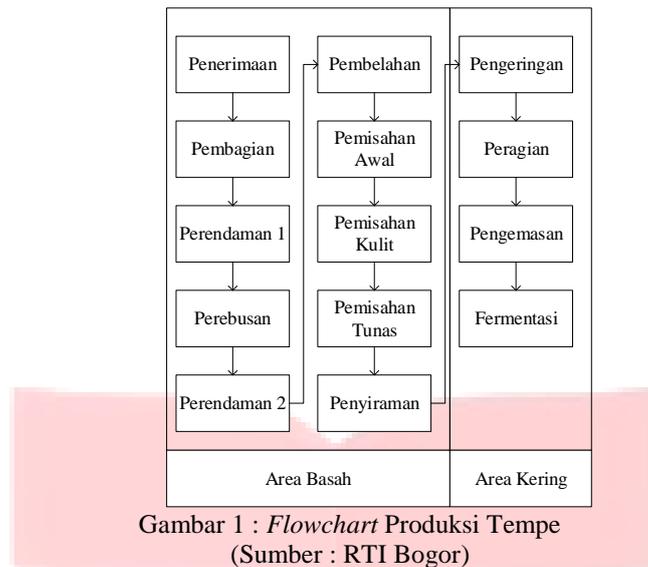
The proposed design made using Reverse Engineering and Redesign method contains several new features such new set of blades, as the addition of filter brush alongside the blades, and addition of a holed surface in the inner container. Testing of the proposed device done in RTI shows a change in the initial separation process' cycle time, resulting in the cycle time of 24 minutes for the testing of the device design's first concept, 23.8% faster compared to cycle time of the existing device. Testing of the design's second concept results in a cycle time of 30.2 minutes, 4.76% faster than the existing cycle time. The first concept of the design is capable of cleaning the skin off of the beans with a hygiene percentage of 57%, while the second concept could do so with the hygiene percentage of 55%.

Keywords: *reverse engineering and redesign, product development, cycle time, productivity, soybean tempeh.*

1. Introduction

Tempe merupakan makanan fermentasi asal Indonesia yang merupakan bagian dari pola makan masyarakat Indonesia, terutama di pulau Jawa. Tempe merupakan makanan dengan nilai sosial rendah yang umumnya hanya dapat ditemukan di kios penjual makanan dan disajikan di rumah namun tempe dikonsumsi oleh bagian masyarakat di berbagai umur dan dalam berbagai tingkatan sosioekonomi. Umumnya, tempe dibuat dari

fermentasi kacang kedelai, namun tempe juga dapat dibuat dari bahan dasar lain berupa kacang-kacangan dan biji-bijian. Kapang yang digunakan dalam fermentasi tempe di Indonesia merupakan jenis *Rhizopus* sp (Astuti et al., 2000).



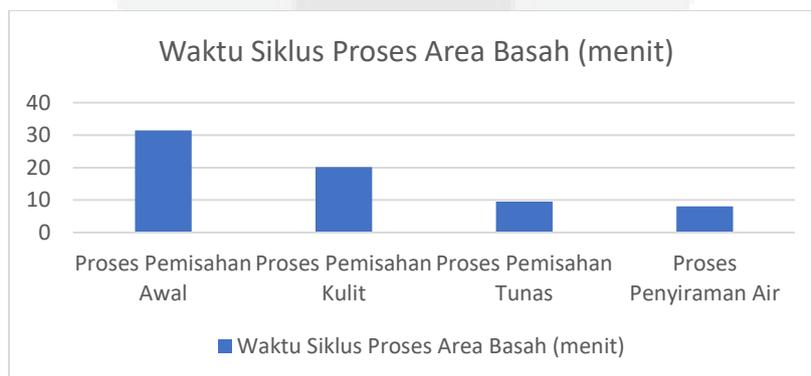
Gambar 1 : Flowchart Produksi Tempe (Sumber : RTI Bogor)

Rumah Tempe Indonesia (RTI) yang bertempat di Bogor, Indonesia merupakan pusat produsen tempe higienis yang juga berfungsi sebagai pusat inovasi proses produksi tempe dan alat pembuatan tempe yang berbasis teknologi tepat guna (TTG), dan sebagai referensi atau percontohan tempat produksi tempe bagi produsen tempe lainnya di Indonesia. Proses produksi tempe di RTI terbagi menjadi dua area, berdasarkan dengan penggunaan air dalam proses produksinya, yaitu area basah dan area kering.

Tabel 1 : Waktu Siklus Proses di Area Basah

Proses	Waktu Siklus (Menit)	Persentase
Proses Pemisahan Awal	31.5	45%
Proses Pemisahan Kulit	20.14	28%
Proses Pemisahan Tunas	9.55	13%
Proses Penyiraman Air	8.02	11%
Jeda	1.55	2%
TOTAL	70.76	100%

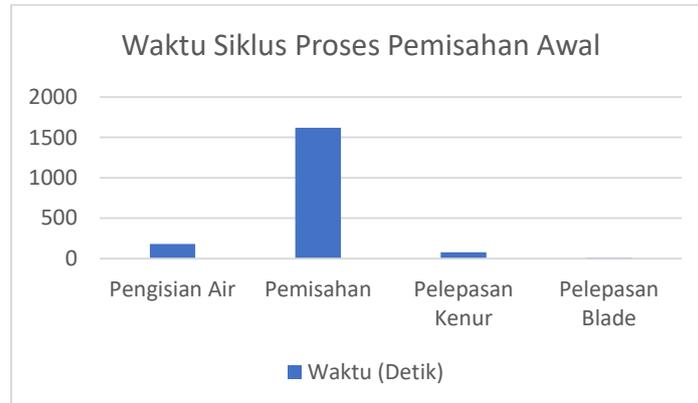
Sumber: Abdulkhakim, F. et al., 2018.



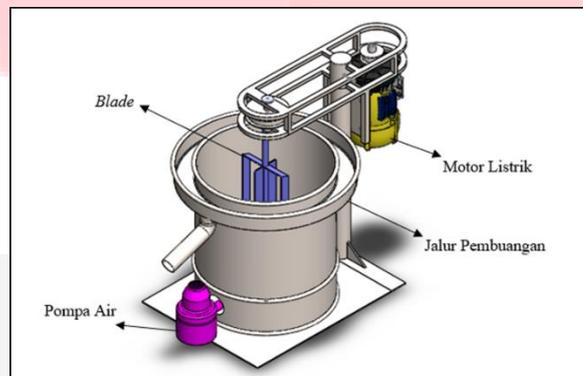
Gambar 1: Diagram Pareto Proses di Area Basah

Proses pemisahan awal adalah proses dimana kacang kedelai utuh rebus dipisahkan dari kulitnya dengan bantuan mesin. Dalam proses pemisahan kulit, kacang yang sebelumnya telah melalui proses pemisahan awal dipisahkan kembali dari kulitnya dengan menggunakan tool dengan bantuan pekerja agar menjamin tingkat kebersihan kacang kedelai yang tinggi. Tabel dan Diagram Batang diatas menunjukkan distribusi waktu siklus untuk setiap proses di area basah. Seperti yang ditunjukkan, persentase terbesar dari seluruh proses di area basah merupakan waktu siklus proses pemisahan awal, dengan persentase sebesar 45% dengan waktu siklus 31.5 menit

dari total 70.76 menit untuk keseluruhan area basah. Proses pemisahan awal terdiri dari 4 tahapan, yaitu pengisian air, pemisahan, pelepasan kenur dan pelepasan blade. Proses Pemisahan menggunakan waktu paling banyak, yaitu 1620 detik atau 27 menit dengan persentase 86% dari waktu siklus keseluruhan proses pemisahan awal.



Gambar 2 : Diagram Pareto Waktu Siklus Proses Pemisahan Awal



Gambar 4 : Mesin Pemisah Kulit Kacang Kedelai
Sumber : Abdulhakim, F.et al., 2018.

Dalam proses pemisahan awal kulit kacang kedelai, PT RTI menggunakan mesin pemisah kulit kacang kedelai. Motor listrik akan menggerakkan blade yang di transmisikan melalui pulley agar memenuhi standardisasi untuk mesin pengolah bahan makanan. Setelah dinamo menggerakkan blade, maka blade akan berputar di dalam wadah penampung yang berisi air dan kacang kedelai. Gerakan memutar yang dihasilkan akan mengakibatkan teraduknya kacang kedelai sehingga kulit akan terlepas dari kacang kedelai. Dengan adanya gaya dorongan dari dasar wadah yang dihasilkan pompa air, maka kulit kacang kedelai yang terpisah dari kacang akan terangkat naik ke permukaan air. Debit air yang tertampung di wadah akan terus meningkat akibat adanya pengisian dan gaya dorong dari pompa air sehingga air akan melebihi batas ketinggian wadah. Setelah air melebihi batas ketinggian wadah maka air dan kulit kacang kedelai akan jatuh ke jalur pembuangan dan mengalir ke karung plastik sehingga kulit akan terpisah dari air (Abdulhakim et al., 2018).

Mesin pemisah kacang kedelai Rumah Tempe Indonesia berjalan pada 60 rotasi per menit, atau 1 rotasi per detik dan memisahkan kulit kacang kedelai dalam waktu 70.76 menit untuk setiap batch atau setiap 60 kg untuk kegiatan pemisahan awal, pemisahan kulit kacang kedelai dan pemisahan tunas. Setelah dilakukan observasi lapangan terhadap mekanisme mesin, ditemukan bahwa meskipun menggunakan motor listrik, putaran yang dapat diakomodasi oleh wadah penampungan sebesar 60 putaran per menit terlalu kecil untuk memisahkan kulit kacang kedelai dengan efektif.

2. Literature review

Reverse Engineering dan Redesign Methodology dikenalkan oleh Otto dan Wood (1996) yang berfokus pada langkah proses yang dibutuhkan untuk memahami dan merepresentasikan suatu produk. Reverse Engineering dan Redesign Methodology mengacu pada fakta bahwa semua produk harus melalui perubahan untuk tetap berkompetitif, dan metode tersebut akan menghasilkan pemahaman yang lebih baik akan evolusi produk dan cara untuk menerapkan perubahan yang efektif dengan waktu siklus yang berkurang.

2.1 Metode Reverse engineering and Redesign

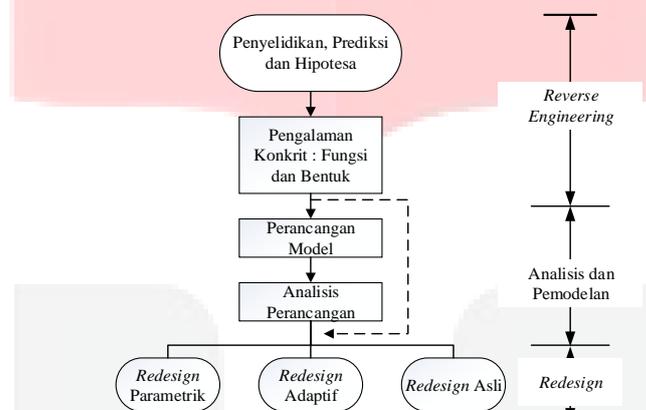
Reverse Engineering, menurut menurut Yau et al. (1993) merupakan proses mengambil bentuk baru dari bagian objek yang telah dimanufaktur dengan cara mendigitalisasi dan merubah model CAD yang telah ada,

sedangkan menurut Wang (2010), RE merupakan proses pengukuran, penganalisaan, dan pengetesan untuk merekonstruksi citra dari suatu objek atau kejadian yang telah lalu.

Lefever dan Wood (1996) menyatakan kegunaan umum RE diantaranya adalah:

1. Benchmarking. Membandingkan produk secara mendetil.
2. Mengevaluasi produk pesaing. Dapat dilakukan untuk mendeteksi pelanggaran paten atau menganalisis produk untuk meniru atau melakukan modifikasi rancangan.
3. Perbaikan Kualitas. Mencari cara untuk memperbaiki kualitas produk yang sudah ada.
4. Pengurangan Biaya. Mengevaluasi produk atau metode manufaktur untuk mencari biaya yang dapat dikurangi.
5. Pengertian Mendalam. Mencari tahu pengetahuan mendalam akan produk untuk kepentingan intelektual.

Reverse Engineering dan Redesign Methodology dikenalkan oleh Otto dan Wood (1996) yang berfokus pada langkah proses yang dibutuhkan untuk memahami dan merepresentasikan suatu produk. Reverse Engineering dan Redesign Methodology mengacu pada fakta bahwa semua produk harus melalui perubahan untuk tetap berkompetitif, dan metode tersebut akan menghasilkan pemahaman yang lebih baik akan evolusi produk dan cara untuk menerapkan perubahan yang efektif dengan waktu siklus yang berkurang.



Gambar 5 : Diagram Reverse Engineering dan Redesign Methodology
Sumber : Otto dan Wood Kristin, 1996

2.1.1 Penyelidikan, Prediksi dan Hipotesa

Langkah pertama penyelidikan, prediksi dan hipotesa merupakan langkah dimana pengembang memahami produk secara mendalam untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen, lalu mengidentifikasi fungsi dan fitur produk dengan menganggap produk sebagai "black box", dimana kemudian fungsi dan fitur dapat didapat dengan hipotesa atau pengamatan pengembang (Otto dan Wood Kristin, 1996). Menurut Ulrich dan Eppinger (2012), data mentah yang dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan konsumen dapat berasal dari wawancara, focus group discussion, atau observasi penggunaan produk. Kebutuhan konsumen dapat diperoleh dari Dalam langkah ini, wadah penampung dan blade dari mesin pemisah kulit kacang kedelai diidentifikasi kebutuhan konsumennya, fungsi dan fiturnya, yang dalam penelitian ini ditinjau dengan observasi langsung.

2.1.2 Pengalaman Konkrit

Dalam tahap ini, dekomposisi produk dilakukan secara mendetil untuk mengetahui arsitektur produk. Komponen dari mesin pemisah kulit kacang kedelai dipisahkan, dan mesin dijalankan untuk melihat efek dari komponen serta mengetahui fungsinya. Dekomposisi produk difokuskan pada bagian penampung wadah dan blade dari mesin pemisah kulit kacang kedelai.

2.1.3 Analisis Fungsional

Setelah produk didekomposisi, maka akan diketahui fungsi komponen produk, proses manufaktur dan pemahaman lebih dalam lain tentang komponen produk. Komponen produk berikut selanjutnya akan dikaitkan kepada kebutuhan konsumen yang telah didapat pada langkah sebelumnya.

2.1.4 Propagasi Konstrain

Pada langkah sebelumnya, telah didapat dekomposisi produk dan analisis fungsional yang memungkinkan untuk mulai memunculkan ide untuk memperbaiki komponen dari produk, namun sebelumnya harus dimunculkan pemahaman batasan antar komponen produk dengan cara:

1. Matrix Morfologi merupakan alat kombinasi simpel yang menggunakan prinsip morfologi, atau menggunakan semua kombinasi yang memungkinkan untuk membuat kesatuan sistem (George, 2012).

Menggunakan matrix morfologi, didapatkan semua kemungkinan perubahan yang dapat diterapkan pada komponen produk. Kegiatan serupa didapat pada proses concept generation, yang menghasilkan berbagai konsep melalui pencarian internal dan eksternal yang mengacu pada kebutuhan konsumen dan target spesifikasi yang dapat menghasilkan konsep akhir produk (Ulrich dan Eppinger, 2012).

2. Melakukan Analisis Kompatibilitas untuk menganalisis kompatibilitas antar kombinasi yang telah dibuat.

2.1.5 Pembentukan Spesifikasi

Langkah terakhir dari tahapan reverse engineering and redesign adalah membentuk spesifikasi dan menentukan bagian dari produk apa saja yang akan dikembangkan. Tujuan dari pembentukan spesifikasi dan penentuan bagian produk yang akan dikembangkan adalah untuk menentukan sasaran kuantitatif produk (Otto, 1995). Dalam tahap ini, digunakan lembar spesifikasi dimana setiap subfungsi berkaitan dengan satu spesifikasi. Satu spesifikasi terdiri atas nilai dan satuan, dan dapat terukur. Digunakan House of Quality (HOQ) untuk mendefinisikan spesifikasi, target spesifikasi, tingkat kepentingan setiap subfungsi dan hubungan diantara ketiganya.

2.1.6 Pembentukan Model

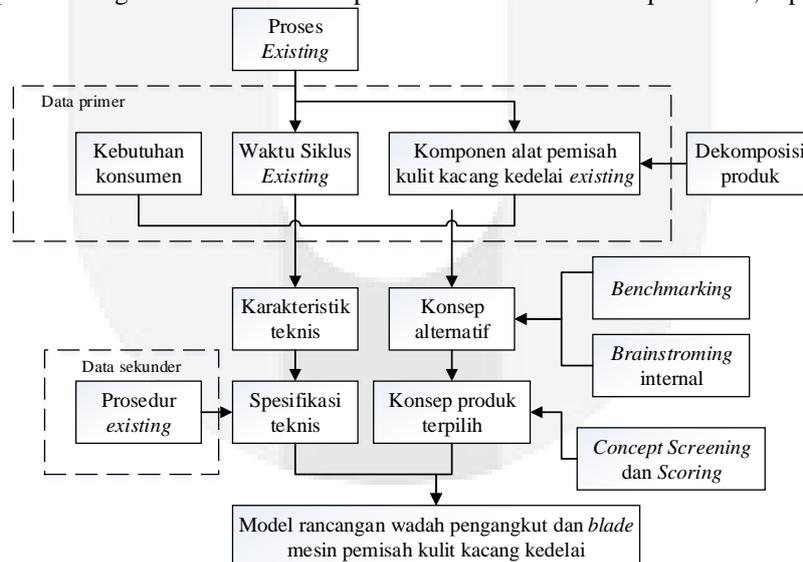
Dalam tahap pembentukan model dibuat suatu model virtual atau matematika untuk merepresentasikan perbandingan diantara target pengembangan produk yang telah disesuaikan, spesifikasi dalam langkah sebelumnya dengan hasil pengembangan komponen produk yang menunjang target tersebut. Diagram sebab-akibat, model matematika atau model fisik berupa tampilan yang dapat merepresentasikan komponen yang telah dikembangkan berdasarkan dengan target.

2.1.7 Redesign: Parametrik, Adaptif atau Asli

Dalam tahapan redesign, kombinasi dari informasi berupa produk yang sudah dikembangkan kemudian dibuat dalam bentuk prototype untuk kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui jika usulan produk sudah memenuhi tujuannya. Dalam konteks penelitian ini, wadah penampung dan blade yang baru akan dibuat dalam bentuk prototype untuk dilakukan pengujian, untuk mendeteksi jika tujuan penelitian telah tercapai yaitu berkurangnya waktu siklus.

3. Conceptual model

Model konseptual dibangun berdasarkan teori pemecahan masalah dalam penelitian, seperti berikut:



Gambar 6 : Model Konseptual

Langkah pertama dalam pemecahan masalah adalah memahami dan mengidentifikasi proses existing yang diimplementasikan di Rumah Tempe Indonesia, yang mana didapatkan data berupa waktu siklus existing, komponen alat pemisah kulit kacang kedelai existing. Wawancara terhadap pihak yang menjalankan proses dilakukan, dan dari proses tersebut didapatkan data kebutuhan konsumen, serta tingkat kepentingan dan kepuasan dari alat pemisah kulit kacang kedelai existing. Selanjutnya, dekomposisi produk dilakukan pada komponen alat pemisah kulit kacang kedelai existing untuk mengidentifikasi fungsi dari setiap komponen alat.

Dengan informasi kebutuhan konsumen, didapatkan karakteristik teknis, yang kemudian dapat ditentukan spesifikasi teknisnya dengan adanya data prosedur existing dari alat pemisah kulit kacang kedelai. Sementara didapatkan konsep susulan alternatif dari data kebutuhan konsumen dan komponen alat pemisah kulit kacang

kedelai existing, yang dimana dilakukan proses benchmarking dan brainstorming internal untuk mengeluarkan ide-ide konsep. Setelah dilakukan concept screening dan concept scoring, didapatkanlah konsep produk final yang terpilih. Bersama dengan spesifikasi teknis baru dari wadah penampung dan blade alat pemisah kulit kacang kedelai usulan, maka didapatkan model akhir wadah penampung dan blade alat pemisah kulit kacang kedelai, untuk selanjutnya dilakukan prototyping dan testing.

4. Discussion

4.1 Penyelidikan, Prediksi dan Hipotesa

Tahapan pertama dari metode RE merupakan tahapan penyelidikan, prediksi, dan hipotesa. Menurut Otto dan Wood Kristin (1996), tujuan pertama dari tahapan ini adalah:

1. Menentukan kebutuhan konsumen
2. Menganggap produk sebagai “black box” dan mengidentifikasi fungsi dan fitur internalnya.

4.1.1 Pembuatan Mission Statement

Sebelum memulai tahapan pengembangan produk, mission statement dibuat untuk menjabarkan kesempatan pasar, batasan dan tujuan untuk proyok pengembangan. Mission Statement menspesifikasikan arah umum dari pengembangan produk (Ulrich dan Eppinger, 2012).

Tabel 2 : Mission Statement

<i>Mission Statement</i> : Pengembangan Alat Pemisah Kulit Kacang Kedelai	
Deskripsi Produk	Alat bertenaga listrik yang terdiri dari motor listrik, wadah penampungan, dan <i>blade</i> untuk memisahkan kulit ari dan daging dari kacang kedelai rebus pecah
Penentuan Keuntungan	Melakukan proses pemisahan kulit ari dan kacang kedelai dalam waktu kurang dari 93 detik.
Tujuan Produk	<ul style="list-style-type: none"> • Produk digunakan di Rumah Tempe Indonesia, Bogor
Pasar Utama	Rumah Tempe Indonesia, Bogor
Pasar Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> • Produsen tempe lainnya di Indonesia • Produsen makanan berbahan dasar kacang kedelai lain di Indonesia
Asumsi	<ul style="list-style-type: none"> • Mesin bertenaga listrik • Wadah penampungan mesin memiliki dimensi maksimal 890 milimeter • Bahan dari <i>blade</i> dan wadah penampungan merupakan <i>stainless steel</i>
<i>Stakeholder</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Manajer Produksi Rumah Tempe Indonesia • Operator Mesin di Rumah Tempe Indonesia • Pengrajin Alat di BPI Logam Bandung

4.1.2 Menentukan Kebutuhan Konsumen

Menurut Ulrich dan Eppinger (2012), data kebutuhan mentah dari konsumen dapat diambil melalui:

1. Wawancara
2. Diskusi Kelompok atau *Focus Group Discussion*
3. Observasi Penggunaan Alat

Dalam penelitian ini, data mentah akan diambil menggunakan observasi penggunaan alat dan wawancara yang dilakukan kepada Bapak Rikamto, selaku Kepala Bagian Operasional Rumah Tempe Indonesia dan Fikri Abdulhakim, selaku pengembang alat pemisah kulit kacang kedelai yang digunakan di Rumah Tempe Indonesia.

4.1.3 Menentukan Kebutuhan Konsumen

Kebutuhan konsumen merupakan pernyataan tertulis yang diolah dari data mentah, dalam penelitian ini berupa jawaban atas wawancara dan hasil observasi. Berikut merupakan pernyataan konsumen dan kebutuhan konsumen yang telah diolah:

Tabel 3 : Tabel Pengolahan Data Mentah menjadi Kebutuhan Konsumen

Pernyataan	Kebutuhan Konsumen
Permukaan air yang sama dengan tinggi wadah penampung menyebabkan air menyembur saat <i>blade</i> diputar cepat	Wadah penampungan dan permukaan air terletak dalam dimensi tinggi yang berbeda.
Tidak adanya komponen alat untuk menahan semburan air dan kulit kacang kedelai keluar dari alat	Adanya komponen alat untuk menahan semburan air.

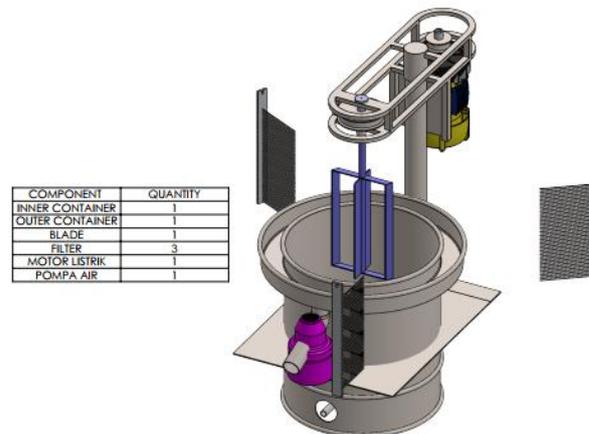
Alat sebaiknya menggunakan tenaga listrik untuk menggunakan tenaga kerja minimum	Alat menggunakan tenaga listrik.
Alat tidak menggunakan kawat untuk menghindari kontaminasi karat kawat pada kacang kedelai	Alat menggunakan komponen yang bersifat aman untuk makanan.
Adanya pengurangan dalam penggunaan waktu di tahap pengupasan kulit kacang kedelai	Alat dapat mengupas kulit kacang kedelai dalam waktu cepat.
Alat sebaiknya tidak menggunakan serat nilon statis yang terlalu panjang atau terlalu lembut	Alat menggunakan serabut yang berukuran pendek dan bersifat keras.
Alat sebaiknya menggunakan serat nilon dinamis yang bergerak selaras dengan <i>blade</i>	Alat dilengkapi dengan serabut dinamis yang bergerak selaras dengan <i>blade</i>

4.2 Pengalaman Konkrit

Dalam tahapan ini, dekomposisi dilakukan secara mendetail terhadap alat untuk mengetahui arsitektur produk..

4.2.1 Dekomposisi Produk

Dekomposisi produk dilakukan pada alat pemisah kulit kacang kedelai yang digunakan di Rumah Tempe Indonesia sebelumnya. Gambar alat yang telah didekomposisi adalah sebagai berikut:



Gambar 7 : Dekomposisi Alat Pemisah Kulit Kacang Kedelai

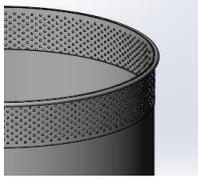
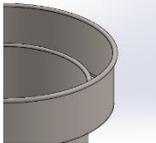
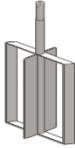
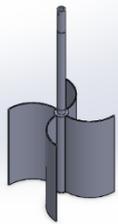
Alat Pemisah Kulit Kacang Kedelai terbagi dalam 7 bagian, inner container atau wadah penampung dalam, outer container atau wadah penampung luar, jalur pembuangan, motor listrik, pompa air, blade, dan filter atau penyaring. Wadah penampung, motor listrik, pompa air, dan blade masing-masing terdiri dari 1 buah, sementara dalam wadah penampung terdapat 3 buah filter.

4.3 Propagasi Konstrain

4.3.1 Matrix Morfologi

Matrix Morfologi merupakan alat kombinasi simpel yang menggunakan prinsip morfologi, atau menggunakan semua kombinasi yang memungkinkan untuk membuat kesatuan sistem. Dilakukan metode concept generation untuk mendapatkan kombinasi-kombinasi perubahan dalam setiap komponen fungsi alat yang sesuai dengan kebutuhan konsumen yang telah didapatkan dalam tahap sebelumnya. Berikut adalah matrix morfologi untuk alat pemisah kulit kacang kedelai:

Tabel 4: Morfologi Alat

Kebutuhan Konsumen	Komponen Fungsi (Existing)	Alternatif		
		Opsi 1	Opsi 2	Opsi 3
Wadah penampungan dan permukaan air terletak dalam dimensi tinggi yang berbeda.	 <p>Wadah penampungan dalam dan permukaan air memiliki tinggi yang sama</p>	 <p>Menambah saringan di wadah penampungan dalam</p>	 <p>Mengurangi tinggi wadah penampungan dalam</p>	
Adanya komponen alat untuk menahan semburan air.	 <p>Wadah penampungan luar menahan air yang tumpah</p>	 <p>Tinggi wadah penampungan luar dan dalam sama</p>		
Alat dapat mengupas kulit kacang kedelai dalam waktu cepat.	 <p>Blade Vertikal Pipih</p>	 <p>Blade 1</p>	 <p>Blade 2</p>	 <p>Blade 3</p>
Alat menggunakan serabut yang berukuran pendek dan bersifat keras.	 <p>Kenur Serabut Nilon Lembut</p>	 <p>Kenur Serabut Nilon Keras</p>		
Alat dilengkapi dengan serabut dinamis yang bergerak selaras dengan blade	 <p>Blade Vertikal Pipih</p>	 <p>Pemasangan Kenur pada blade</p>		

4.4 Pembentukan Spesifikasi

Bagian terakhir dalam tahap Reverse Engineering berupa pembentukan spesifikasi ini memiliki fungsi untuk membentuk spesifikasi dan menentukan bagian komponen yang akan dikembangkan. Tahapan ini dimulai dengan pendefinisian karakteristik teknis produk, dan dilanjutkan dengan menentukan nilai target untuk setiap spesifikasi teknis produk. Karakteristik Teknis didapatkan dari analisa mendalam akan komponen produk. Setiap komponen produk dapat berisi 1 atau lebih karakteristik teknis yang harus memiliki unit, satuan dan dapat terukur. Karakteristik Teknis dari mesin pemisah kulit kacang kedelai adalah sebagai berikut:

Tabel 5 : Tabel Karakteristik Teknis

Komponen Produk	Karakteristik Teknis
Wadah Penampungan Dalam	Diameter Wadah Dalam
	Tinggi Wadah Penampungan Dalam
Wadah Penampungan Luar	Diameter Wadah Luar

	Tinggi Wadah Penampungan Luar
Motor Listrik	Besar Gaya
	Rotasi per menit
Blade	Diameter <i>Blade</i>
	Panjang <i>Blade</i>
	Jarak Blade dan Dasar Wadah
	Panjang Kenur Dalam <i>Blade</i>
Filter	Panjang Kenur
Pompa Air	Daya Dorong Air
	Waktu Pemisahan Kulit
Jalur Pembuangan	Panjang Jalur Pembuangan
	Lebar Jalur Pembuangan

4.4.1 Pembentukan Model dan Analisis Strategi

Tahapan selanjutnya dalam pengembangan produk adalah melakukan pembentukan model. Tahap ini dapat dilakukan dengan melakukan pemodelan CAD terhadap kombinasi alternatif yang sebelumnya telah didapatkan. Tahap Analisis Strategi juga dilakukan dengan menggunakan analisis pada pemodelan CAD, menyesuaikan model terhadap kebutuhan konsumen.

Hasil akhir dari analisis strategi ini merupakan target nilai baru untuk komponen alat pemisah kulit kacang kedelai, menentukan nilai tepat dari target nilai sebelumnya yang berbentuk asumsi. Target nilai baru yang diperoleh dari tahapan ini adalah sebagai berikut:

Tabel 6 : Target Nilai Tetap Alat Pemisah Kulit Kedelai

Karakteristik Nilai	Target Nilai	Unit
Diameter Wadah Dalam	70	cm
Tinggi Wadah Penampungan Dalam	75	cm
Diameter Wadah Luar	92	cm
Tinggi Wadah Penampungan Luar	24.8	cm
Besar Gaya	1	hp
Rotasi per Menit	60>	rpm
Diameter <i>Blade</i>	<70	cm
Panjang <i>Blade</i>	39	cm
Jarak Blade dan Dasar Wadah	5	cm
Panjang Kenur Pada Wadah	8	cm
Panjang Kenur Pada <i>Blade</i>	8	cm
Daya Dorong Air	220	W
Waktu Pemisahan Kulit	<70.76	menit/batch
Panjang Jalur Pembuangan	15	cm
Lebar Jalur Pembuangan	5	cm

4.4.2 Concept Screening

Tahapan concept screening bertujuan untuk mengurangi jumlah kombinasi konsep dan memperbaiki rancangan secara cepat.

Tabel 7: Concept Screening

Kriteria Pemilihan	Kombinasi						Referensi
	1	2	3	4	5	6	
Wadah Penampungan Dalam	+	0	+	0	+	0	0
Wadah Penampungan Luar	+	0	+	0	+	0	0
<i>Blade</i>	+	+	-	+	+	-	0
Motor Listrik	0	0	0	0	0	0	0
Pompa Air	0	0	0	0	0	0	0
Filter	+	+	+	+	+	+	0
Jalur Pembuangan	0	0	0	0	0	0	0
Sum +s	4	2	3	2	4	1	0

Sum 0's	3	5	3	5	3	5	6
Sum -'s	0	0	1	0	0	1	0
Net Score	4	2	2	2	4	0	0
Ranking	1	2	2	2	1	3	7
Lanjutkan?	YA	Tidak	Tidak	Tidak	YA	Tidak	YA

Pengembang mengambil keputusan untuk melanjutkan pengembangan dua kombinasi dengan nilai tertinggi, kombinasi 1 dan 5. Kombinasi tersebut adalah:

Tabel 8: Tabel Kombinasi Terpilih

1	5
Menambah saringan di wadah penampungan	Menambah saringan di wadah penampungan
Tinggi wadah penampungan luar dan dalam sama	Tinggi wadah penampungan luar dan dalam sama
<i>Blade I</i>	<i>Blade II</i>
Kenur Serabut Nilon Keras	Kenur Serabut Nilon Keras
Pemasangan Kenur pada <i>Blade</i>	Pemasangan Kenur pada <i>Blade</i>

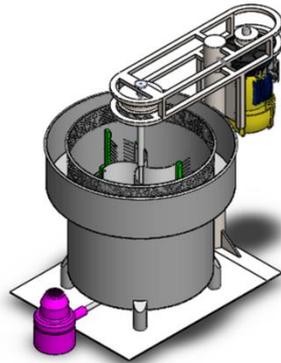
4.4.2 Concept Scoring

Langkah terakhir dari penentuan kombinasi konsep adalah concept scoring, yang digunakan agar kombinasi yang terpilih dapat lebih terlihat diferensiasinya.

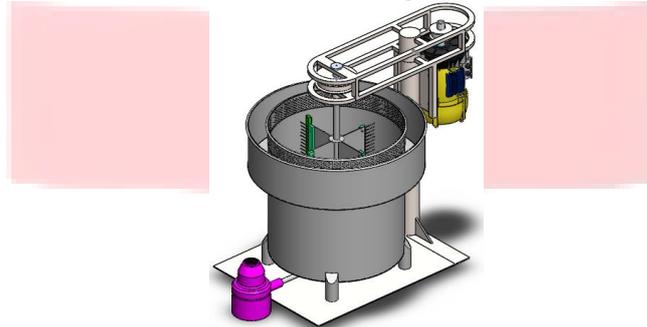
Tabel 9: Matriks Concept Scoring

Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep					
		1		5		REF	
		Rating	Nilai bobot	Rating	Nilai bobot	Rating	Nilai bobot
Wadah Penampungan Dalam	25%	5	1.25	5	1.25	2	0.5
Wadah Penampungan Luar	20%	3	0.6	3	0.6	2	0.4
<i>Blade</i>	20%	4	0.8	3	0.6	4	0.8
Motor Listrik	5%	3	0.15	3	0.15	3	0.15
Pompa Air	5%	3	0.15	3	0.15	3	0.15
<i>Filter</i>	15%	4	0.6	4	0.6	2	0.3
Jalur Pembuangan	10%	4	0.4	4	0.4	2	0.2
Total Nilai		3.95		3.75		2.5	
Ranking		1		2		3	
Lanjutkan?		Ya		Ya		Tidak	

4.5 Prototyping dan Pengujian



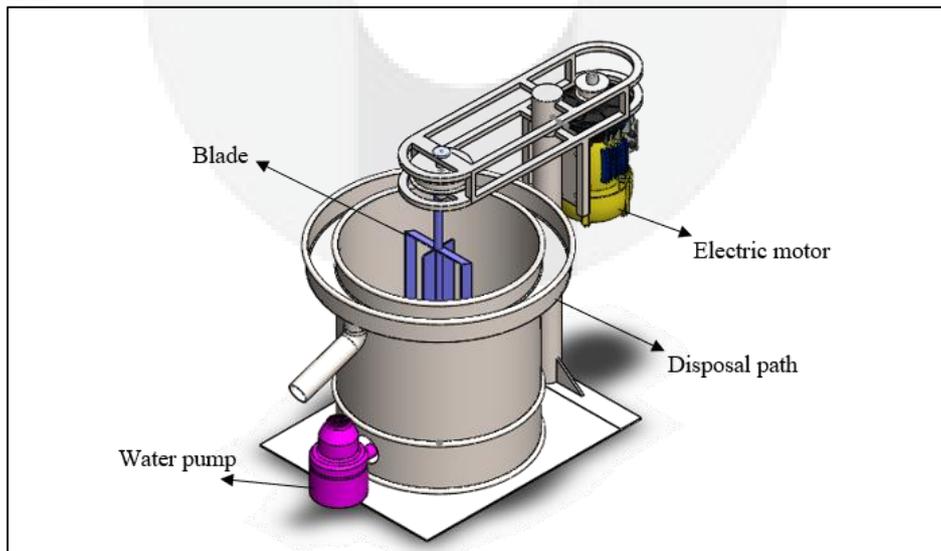
Gambar 8 : Alat Pemisah Kulit Kacang Kedelai Usulan Konsep 1



Gambar 9 : Alat Pemisah Kulit Kacang Kedelai Usulan Konsep 2

Setelah pengujian dilakukan ditemukan bahwa alat pemisah kulit kacang kedelai usulan mempunyai waktu siklus yang lebih kecil dari alat sebelumnya, yaitu 24 menit untuk blade konsep pertama dan 30.2 menit untuk blade konsep kelima untuk memisah kulit kacang kedelai sebesar 60 kg. Waktu siklus berkurang sebanyak 23.80% untuk konsep pertama dan 4.76% untuk konsep kedua, dibandingkan waktu siklus alat *existing*, yaitu 31.05 menit.

5. Kesimpulan



Gambar 10 : Selected concept

Penelitian pengembangan mesin pemisah kulit kacang kedelai ini mempunyai tujuan, yaitu mendapatkan sebuah konsep baru yang dapat menjawab permasalahan yang timbul dalam proses pemisahan kacang kedelai di Rumah Tempe Indonesia, Bogor. Permasalahan didapatkan dari identifikasi kebutuhan konsumen, yang berasal dari observasi alat langsung dan wawancara terhadap orang-orang yang terkait pada proses dan alat pemisahan

kulit kacang kedelai yang digunakan di RTI. Permasalahan tersebut diidentifikasi sebagai butuhnya pengurangan waktu siklus pada proses pemisahan kulit kacang kedelai dan peningkatan produktivitas.

Tujuan dari pengembangan mesin pemisah kulit kacang kedelai adalah untuk mendapatkan sebuah konsep baru yang dapat menjadi solusi bagi permasalahan yang ada pada proses pemisahan kulit kacang kedelai. Hasil identifikasi permasalahan adalah dibutuhkan nya reduksi pada proses pemisahan kulit kacang kedelai dan kebutuhan untuk mengurangi peran operator pada proses tersebut. Setelah itu dilakukan penambahan fitur pada alat pemisah kulit kacang kedelai agar peran operator dalam proses ini dapat dikurangi yaitu adanya motor listrik sebagai pengganti energi operator. Dilakukan penelitian, pengembangan dan perancangan alat usulan dengan konsep baru yang kemudian dibuatkan prototype untuk kemudian dilakukan pengujian di Rumah Tempe Indonesia, Bogor.

Hasil dari pengujian prototype usulan merupakan waktu siklus sebanyak 24 menit untuk usulan konsep pertama dan 30.2 menit untuk usulan konsep kedua memisah kulit kacang kedelai sebesar 1 batch atau sebanyak 60 kg. Waktu siklus berkurang sebanyak 23.80% untuk konsep pertama dan 4.76% untuk konsep kedua, dibandingkan waktu siklus alat existing, yaitu 31.05 menit, yang mengindikasikan bahwa tujuan dari penelitian sudah tercapai.

Bibliography

- [1] Shurtleff, William, and Akiko Aoyagi. 2014. *The Book Of Tempeh*. New York: Harper & Row.
- [2] Astuti, Mary, Andreanyta Meliala, Fabien S Dalais, and Mark L Wahlqvist. 2000. "Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia." *Asia Pacific J Clin Nutr* 322-325.
- [3] Babu, P. Dinesh, R. Bakhyaraj, and R. Vidhyalaksmi. 2009. "A Low Cost Nutritious Food "Tempeh" - A Review." *World Journal of Dairy and Food Sciences* 22-27.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Tempe : Persembahan Indonesia Untuk Dunia*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [5] George, Dani. 2012. "Concept Generation Using Morphological Chart And Options Matrices." *All Theses* 1558.
- [6] Jain, P. K. , P. M. Pathak, and Kumar A. 2013. "Reverse Engineering in Product Manufacturing : An Overview." *DAAAAM Internation Scientific Book* 665-678.
- [7] Lesmana, Anggi, Agus Kusnayat, and Mira Rahayu. 2017. "Perancangan Alat Bahan Bakar Kayu Custom Menggunakan Pendekatan Reverse Engineering." *e-Proceeding of Engineering : Vol. 4 No. 2* 2843.
- [8] Nout, M.J.R., and J.L. Kiers. 2005. "Tempe fermentation, innovation and functionality: update into the third millenium." *Journal of Applied Microbiology* 2005 789-805.
- [9] Otto, Kevin N., and Kristin L. Wood. 1996. "A Reverse Engineering And Redesign Methodology For Product Evolution." *Proceedings of the 1996 ASME Design Engineering Technical Conferences and Design Theory and Methodology Conference*.
- [10] Raja, Vinesh, and Kiran J. Fernandes. 2007. *Reverse Engineering : An Industrial Perspective*. Berlin: Springer Science & Business Media.
- [11] Ulrich, Karl T., and Steven D. Eppinger. 2012. *Product Design And Development*. Singapore: McGraw Hill.
- [12] Wang, Wego. 2010. *Reverse Engineering : Technology Of Invention*. Boca Raton: CRC Press.
- [13] Yudanto, Anggi, Agus Kusnayat, and Mira Rahayu. 2018. "Perancangan Alat Pencuci Galon Menggunakan Pendekatan Reverse Engineering & Redesign Methodology Di CV Barokah Abadi." *e-Proceeding of Engineering : Vol.5 No.1* 1208.