

PERANCANGAN MESIN PENGADUK UNTUK MEMISAH KULIT ARI KEDELAI MENGUNAKAN METODE *REVERSE ENGINEERING*

DESIGN OF LEATHER POWDER MACHINE FOR SOYBEAN USING THE REVERSE ENGINEERING METHOD

¹Mohammad Yasin Abdul Hafiidh, ²Agus Kusnayat, ³Erna Febriyanti

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹myasinabdulhafiidh@gmail.com, ²guskus@telkomuniversity.ac.id, ³efebriyanti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Tiga belas tahapan inti dalam proses pembuatan tempe. Proses penyaringan kulit ari atau proses pemisah kulit ari adalah proses ke lima yang cukup memakan waktu lama, sehingga tidak maksimal dalam proses pembersihan kulit ari yang masih menempel pada kacang kedelai. Proses pemisah kulit ari membutuhkan waktu 17,2 menit dan menghabiskan 40 liter air dalam 25 kg kacang kedelai setiap satu kali proses. Objek penelitian ini adalah mesin pengaduk kulit kacang kedelai di CV. Mitra Pangan Sejahtera, Bandung untuk meningkatkan efisiensi kebersihan kulit kacang kedelai dengan merancang mesin pemisah kulit kacang kedelai. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *reverse engineering* dengan melakukan analisis mendalam terhadap alat-alat yang digunakan dan mengembangkan alat pemisah kulit yang ada berdasarkan kebutuhan pengguna. *Concept screening* dan *concept scoring* dilakukan untuk memilih salah satu konsep terbaik dari 48 konsep yang mungkin di terapkan. Hasil dari konsep yang dipilih dari pemisah kulit kacang kedelai adalah kebutuhan motor penggerak sebagai sumber energi pengganti untuk tenaga operator. Otomasi pengaturan kecepatan yang dikeluarkan motor dapat diatur oleh inverter. Mekanisme untuk memisahkan kulit dan kedelai menggunakan kekuatan air dan *blade* yang dilengkapi dengan nilon. Setelah itu, konsep akan dilakukan dengan membuat prototipe dan pengujian di CV. Mitra Pangan Sejahtera dengan hasil efisiensi kebersihan setelah menggunakan konsep usulan.

Kata kunci : efisiensi kebersihan, tempe, pemisah kulit kacang kedelai, *reverse engineering*

Abstract

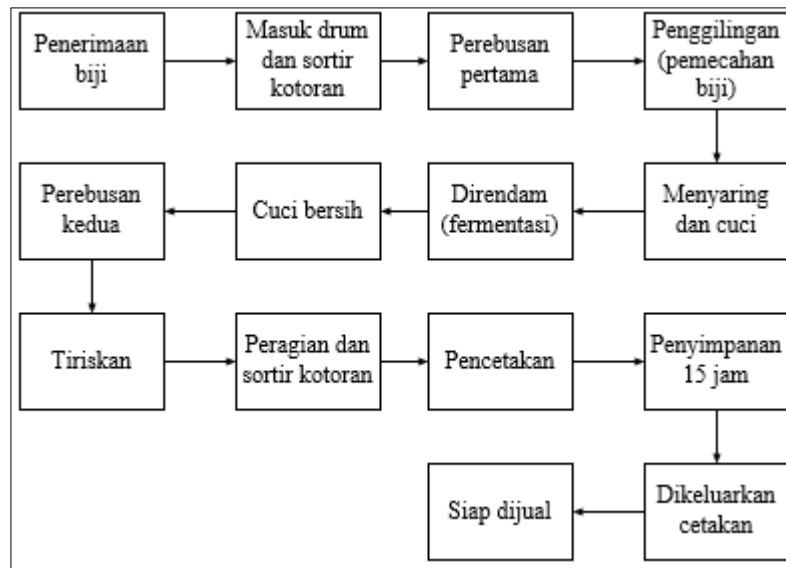
Thirteen core stages in the process of making tempeh. The screening process of the epidermis or the process of separating the epidermis is the fifth process that is quite time consuming, so it is not optimal in the process of cleaning the epidermis which is still attached to soybeans. The epidermis separator process takes 17.2 minutes and consumes 40 liters of water in 25 kg of soybeans every time the process. The object of this research is soybean skin stirrer machine at CV. Mitra Pangan Sejahtera, Bandung to improve the efficiency of cleaning soybean skin by designing soybean skin separator machines. This research was conducted using the reverse engineering method by conducting in-depth analysis of the tools used and developing existing skin separators based on user needs. Concept screening and concept scoring is done to choose one of the best concepts from 48 concepts that might be applied. The result of the concept chosen from soybean peel separators is the need for a motorbike as a replacement energy source for operator power. Automation of speed regulation issued by the motor can be adjusted by the inverter. The mechanism for separating skin and soybeans uses the power of water and a blade equipped with nylon. After that, the concept will be carried out by making a prototype and testing on the CV. Mitra Pangan Sejahtera with the results of cleaning efficiency after using the proposed concept.

Keywords: cleanliness efficiency, tempe, soybean peel separator, *reverse engineering*

1. Pendahuluan

Tempe merupakan salah satu produk fermentasi yang umumnya berbahan baku kedelai yang difermentasi dan mempunyai nilai gizi yang baik. Hal ini disebabkan oleh hasil kerja enzim fitase yang dihasilkan kapang *Rhizopus Oligosporus* yang mampu menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan fosfat yang bebas (Koswara, 1995). Tempe merupakan makanan berbahan dasar kedelai ke – 2 terbesar di Indonesia berdasarkan data Survei Ekonomi Nasional (2015). CV. Mitra Pangan Sejahtera merupakan perusahaan yang bergerak dibidang produksi tempe yang terletak di Bandung yang memperkenalkan kepada masyarakat tentang tempe

yang berkualitas, sehat dan bebas bahan pengawet. CV. Mitra Pangan Sejahtera menggunakan metode dari dua kali perendaman. Berikut merupakan diagram alur proses pembuatan tempe pada perusahaan CV. Mitra Pangan Sejahtera yang dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Alur produksi tempe

Berdasarkan proses produksi tempe tersebut terdapat beberapa proses yang memakan waktu adalah pada proses penyaringan (kulit ari), proses direndam (fermentasi) dan proses penyimpanan agar jamur tempe tumbuh dan saling merekat. Proses penyaringan (kulit ari) menjadikan salah satu proses yang penting pada proses pemisah kulit ari karena dalam eksistingnya masih menggunakan bambu anyaman agar dengan cara menempatkan kedelai dan air dalam sebuah drum lalu air tersebut diputar dengan kecepatan putaran kurang lebih 50 rpm menggunakan ayakan. Seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2. Proses menyaring dan cuci untuk memaksimalkan efisiensi kebersihan kulit ari kacang kedelai yang belum terpisah. Hasil proses eksisting diambil sampel sehingga dapat mengetahui efisiensi kebersihan kacang kedelai eksisting.

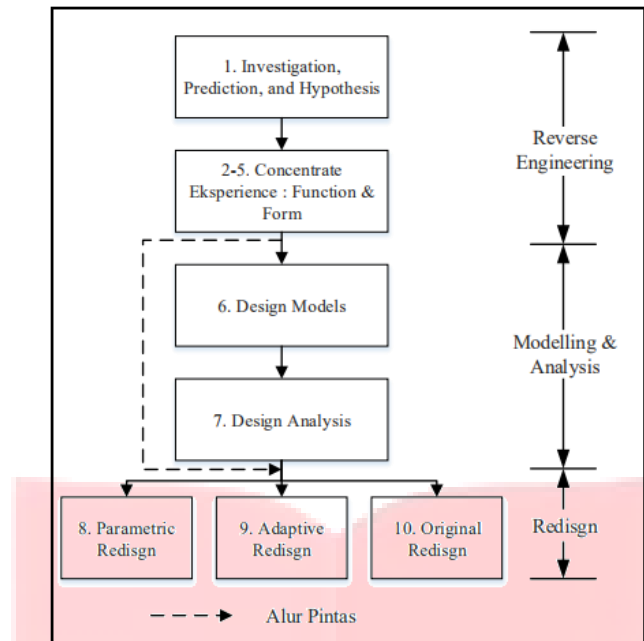


Gambar 2 proses memisahkan kulit ari kedelai

2. Dasar Teori

2.1 Reverse Engineering dan Redesign Metodologi

Sebuah pemahaman yang mendalam mengenai produk yang akan dikembangkan adalah diperlukan dalam pengembangan produk. Pemahaman dasar yang diperlukan dalam pengembangan produk adalah fungsi, sub-fungsi, atau elemen dari produk. Yau et al (1993) mendefinisikan RE, sebagai "proses pengambilan geometri baru dari sisi manufaktur dengan digitalisasi dan memodifikasi model CAD yang ada". Reverse engineering dan metodologi desain ulang pertama kali ditemukan oleh Otto dan Wood (1998) memiliki tiga fase. Tahapan dalam rekayasa dan desain ulang metode reverse dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Kerangka reverse engineering dan metodologi desain ulang
(Sumber: Otto & Wood Kristin, 1998)

2.2 Investigasi, Prediksi dan Hipotesis

Produk ini diperlakukan sebagai kotak hitam, dianalisis dengan parameter operasi, dan belajar berdasarkan kebutuhan pelanggan dan membuat perkiraan hipotesis atau fungsi, komponen produk, dan prinsip-prinsip fisik. (Otto & Wood Kristin, 1998). Dalam penyelidikan studi produk yang ada dengan menghitung efisiensi kebersihan dan studi gerakan.

2.3 Dekomposisi Produk

Fase ini meliputi pembongkaran penuh produk, desain untuk analisis manufaktur, analisis fungsional lebih lanjut, dan spesifikasi desain akhir (Otto & Wood Kristin, 1998). Berdasarkan penjelasan tersebut adalah pembongkaran dari produk yang sudah ada untuk dianalisis dengan model yang ada dan spesifikasi yang ada.

2.4 Spesifikasi Teknis

Spesifikasi teknis merupakan tahapan setelah analisa mendalam terhadap produk eksisting yang akan dikembangkan. Proses ini meliputi pembentukan spesifikasi, benchmarking, dan pemilihan konsep produk baru.

2.5 Perbanyak Kendala

Pada tahap ini analisis hubungan komponen atau unsur-unsur yang ada dalam produk tersebut untuk memperkirakan perubahan desain dari produk yang dikembangkan.

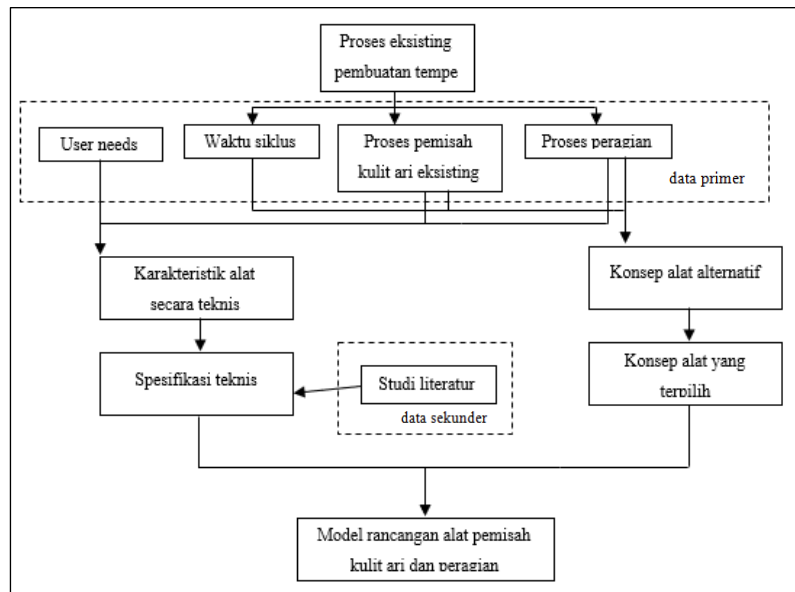
1. analisis morfologi
2. compability produk

2.6 Model Rancangan

Tahap ini adalah tahap dimana target pengembangan produk dibandingkan dengan hasil dari konsep yang dipilih. Target yang diperoleh merupakan perbaikan untuk pemisah antrian kedelai yang ada yang pada akhirnya dapat menyimpulkan bahwa model yang dipilih atau konsep akan memenuhi tujuan penelitian. Sasaran pengembangan produk disesuaikan dengan spesifikasi teknis yang diperoleh dalam proses sebelumnya.

3. Pembahasan

Model konseptual adalah gambaran dari pola pikir dalam memecahkan masalah. model konseptual desain ini mesin pemisah kedelai dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Model konseptual

Karakteristik teknis ditentukan dengan menganalisis unsur-unsur kerja dan kebutuhan pengguna yang kemudian akan ditentukan atribut dan hubungan antara atribut dan karakteristik teknis. Dari atribut dari produk yang diperoleh akan menjadi analisis hubungan nilai-nilai antara atribut. Untuk desain fisik produk, pencarian konsep alternatif diperoleh dengan pembongkaran atau membusuk produk yang ada untuk menganalisis fungsi setiap elemen.

3.1.1 Penggunaan Produk Eksisting

Proses pemisahan kulit ari kacang kedelai membutuhkan waktu selama 17,2 menit untuk setiap batch produksi (25 kg). Rata rata produksi dalam 1 hari sebanyak 100 kg. Proses ini terdiri dari 2 buah komponen, yaitu sebuah wadah untuk menampung kedelai dan saringan untuk menangkap kulit dan mengubah air. Kapasitas wadah dalam proses ini adalah 60 kg dan dilakukan oleh satu operator.

Proses pemisahan kulit kedelai dilakukan dengan menggunakan tenaga operator. operator mengaduk kedelai dengan meraih kulit kacang terdalam dengan menggunakan saringan dan menarik mereka. Setelah itu, operator berputar kedelai dengan menempatkan saringan di permukaan air dan berputar dalam arah horizontal yang membuat kedelai kenaikan kulit ke permukaan. Setelah kulit kedelai naik ke permukaan, operator akan menangkap kulit di permukaan dengan mengarahkan saringan dan bergerak saringan mengikuti pergerakan air pada waktu yang sama.

3.1.2 Pengguna Kebutuhan Identifikasi

Kebutuhan pengguna adalah dasar dari tujuan pengembangan kedelai mesin pemisah. Data yang diperoleh merupakan hasil dari proses wawancara dilakukan pada pengguna dari pengupas kedelai. Pengguna dalam penelitian ini adalah bapak Gito sebagai operator pemisah kulir ari kacang kedelai. Berikut ini adalah daftar kebutuhan pengguna dari proses pemisahan kulit kedelai di CV. Mitra Pangan Sejahtera:

1. air dan kacang kedelai dapat teraduk tanpa bantuan operator.
2. air dan kedelai dapat berputar tanpa bantuan operator.
3. kulit ari kacang kedelai dan biji kedelai dapat dipisahkan dengan gaya gesek dari nilon blade.
4. kacang kedelai setelah selesai dapat terpindah melalui jalur pembuangan khusus tanpa harus operator bantuan operator.

Setelah mendapatkan daftar kebutuhan pengguna dari pengembangan mesin pengupas kedelai maka proses selanjutnya adalah membagi daftar pengguna. Konsep ini digunakan untuk memisahkan semua solusi yang mungkin ke dalam kelas yang berbeda yang akan memfasilitasi perbandingan dan pemangkas (Ulrich & Eppinger, 1994).

3.1.3 Prediksi Fungsional

Setelah menentukan fungsi pernyataan kebutuhan dari proses pengembangan mesin pengupas kedelai, kemudian membuat solusi dari desain dalam bentuk prediksi fungsional.

jenis produk:

1. air dan kacang kedelai dapat teraduk tanpa bantuan operator.
2. air dan kedelai dapat berputar tanpa bantuan operator.
3. kulit ari kacang kedelai dan biji kedelai dapat dipisahkan dengan gaya gesek dari nilon blade.

4. kacang kedelai setelah selesai dapat berpindah melalui jalur pembuangan khusus tanpa harus operator bantuan operator.

kriteria produk:

- a. Mesin ini memiliki rotator bermotor.
- b. Mesin ini dilengkapi dengan pengaduk yang mencapai dasar kedelai.
- c. Mesin ini dilengkapi dengan pisau yang dapat memutar isi drum.
- d. Mesin dilengkapi dengan mekanisme gaya gesek karena adanya putaran.
- e. Mesin ini dilengkapi dengan jalur pembuangan kulit kedelai.

3.1.4 Dekomposisi Struktur

analisis struktur dekomposisi dilakukan untuk mengetahui secara detail setiap bagian yang ada di produk yang akan dikembangkan. Dengan melakukan analisis mendalam pada setiap bagian dari produk pengembangan kedelai mesin pemisah dapat lebih mudah dilakukan. Pemisah kulit kedelai yang ada memiliki 2 buah bagian. Bagian pertama adalah saringan atau saringan yang terbuat dari bambu. Bagian kedua adalah wadah yang terbuat dari stainless steel yang berfungsi untuk menahan air dan kedelai.

- a. Saringan, yang digunakan oleh operator untuk mengaduk kacang kedelai sehingga semua kedelai dapat dipisahkan dari kulit mereka. alat ini juga berfungsi untuk memutar air sehingga kedelai bisa naik ke saringan diputar oleh operator pada kecepatan tertentu rotasi.
- b. kontainer kedelai, bagian ini berfungsi untuk menampung kedelai dan udara yang digunakan untuk kulit kedelai terpisah. Wadah memegang kedelai sebelum mencoba dengan kulit dan semakin kedelai yang sudah dipisahkan dari kulit.

3.1.5 Menentukan Sasaran yang ingin Meraih untuk Karakteristik Teknis

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik sehingga spesifikasi target mesin pemisah kedelai dapat diketahui. Target setiap karakteristik teknis dapat dilihat pada tabel 4.3.1. Target dari karakteristik teknis adalah hasil dari menggabungkan produk yang sudah ada dengan kebutuhan pelanggan.

Tabel 4.3.1 Karakteristik teknis dan target

no	Karakteristik Teknis	Target	Satuan
1	besar gaya yang dibutuhkan	2	HP (<i>horsepower</i>)
2	besar rpm yang dikeluarkan	50	Rpm
3	besar daya dorong yang dibutuhkan	40-70	Hz
4	waktu untuk membersihkan kacang kedelai	1.5	menit
5	pengatur tinggi rendah <i>blade</i>	100	cm
6	diameter <i>blade</i>	34	cm
7	panjang <i>blade</i>	32	cm
8	besar beban di dalam drum	60	kg
9	panjang serabut nilon pada <i>blade</i>	9-10	cm
10	besar lubang jalur pembuangan	5	cm

3.1.6 Produk Bagan morfologi

Produk grafik morphological adalah cara di mana semua pilihan fitur produk yang dibuat alternatif dengan membandingkan alternatif pilihan berdasarkan produk yang ada. Pilihan pemikiran awal pengembangan produk ini kemudian dikombinasikan untuk menciptakan solusi yang sistematis. Hasil analisis morfologi ini adalah hasil seleksi konsep yang didasarkan pada perbandingan konsep yang ada.

Tabel 4.4.1 grafik morfologi kedelai mesin pemisah biji

Fungsi	Eksisting	Alternatif		
		opsi 1	opsi 2	opsi 3
berputar air dan kedelai	ayakan	Motor listrik 1 HP	Motor listrik 2 HP	Motor listrik 5 HP
Pengaduk hingga dasar.		Panjang rel 50 cm	panjang rel 100 cm	
Blade pemutar isi drum.	ayakan	<i>Anchor Impeller Blade</i>	<i>Dispermax blade</i>	
Menimbulkan gaya gesek dari putaran.	ayakan	Nilon menempel di blade	nilon menempel di wadah	
Jalur pembuangan kacang kedelai.		Lubang pembuangan 5 cm	Selang pembuangan 10 cm	

Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.1 bahwa fungsi pengembangan kedelai mesin pemisah dapat menghasilkan berbagai alternatif untuk mewujudkannya. Ada dua fungsi baru yang muncul di peta morfologi adalah fungsi dari mekanisme dorongan air ke permukaan dan aliran pembuangan kulit kedelai. Dari hasil peta morfologi

dapat disimpulkan bahwa konsep yang akan dikembangkan memiliki jumlah kombinasi yang $3 \times 2 \times 2 \times 2 = 48$ konsep yang dapat dikombinasikan.

Sebuah analisis dari 48 konsep menyeluruh akan menyebabkan kesulitan dan tidak efektifnya proses penelitian. Selain itu ada beberapa alternatif yang tidak dapat direalisasikan bila dibandingkan dengan parameter kontrol dan penyesuaian kualitas yang ada dalam proses pemisahan kulit kedelai. Setelah itu, pilihan terbaik akan dipilih menggunakan penyaringan konsep dan konsep scoring ..

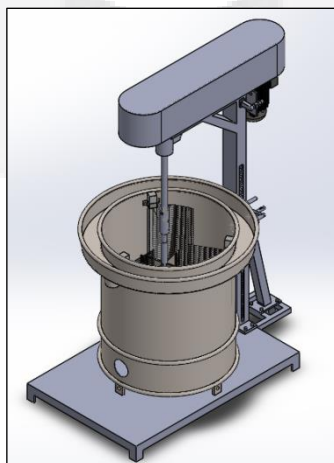
3.1.7 Pemilihan Konsep

Dengan menggunakan nilai persentase bobot, tujuan penyaringan konseptual dapat ditentukan secara bertahap lebih mudah dan sistematis. Persentase berat badan diperoleh dari perhitungan tingkat kepercayaan yang diperoleh dengan mengisi formulir validasi (attachment). Konsep panggung scoring menghasilkan sebuah konsep yang dipilih yang telah dibandingkan dengan semua konsep yang dibuat alternatif. Berdasarkan hasil konsep scoring diperoleh konsep yang memiliki nilai skor tertinggi adalah konsep B, sehingga konsep B akan dikembangkan menjadi konsep mesin kulit pemisah kedelai. Berikut penjelasan konsep B rancangan komponen yang terpilih:

- a. Motor listrik 2 HP
Dengan menggunakan komponen ini maka proses pemisahan kulit ari kedelai dapat dilakukan tanpa sepenuhnya dikerjakan oleh operator dengan berat beban 60kg.
- b. Panjang rel 100 cm
Pengaduk mencapai dasar drum dengan panjang rel 100 cm dapat diangkat tinggi apabila *blade* akan diganti dan dapat diatur rendah agar *blade* dapat melepas kulit ari di dasar wadah.
- c. *Anchor Impeller Blade*
Berputarnya air dan kacang kedelai dengan *Anchor Impeller Blade* dapat memisahkan kulit dari kacang kedelai dan dapat mengangkat kulit agar naik ke permukaan air karena permukaan blade tidak terlalu luas seperti *Dispermax Blade*. Dengan *Anchor Impeller Blade* juga tidak merusak kacang kedelai.
- d. Serabut nilon pada *blade*
Kulit dan kacang akan dengan mudah berpisah dengan bantuan serabut nilon yang ditempatkan pada blade. Banyaknya serabut nilon juga dapat memastikan bahwa seluruh kacang yang ada di dalam tabung akan berpisah dengan kulitnya.
- e. Besar jalur pembuangan 5 cm
Jalur pembuangan kulit dan air hasil dari proses pemisahan kulit ari kedelai dapat membantu pemisahan kulit ari kedelai dan air. Dengan adanya jalur untuk kulit dan air maka pembuangan air dan kulit akan lebih efektif.

3.1.8 Prototyping

Pada tahap ini prototipe dibuat berdasarkan konsep desain yang dipilih. Prototipe ini dibuat dengan kondisi penggunaan alat yang ada di CV. Mitra Pangan Sejahtera. Prototype yang sudah jadi maka akan diuji coba untuk menghasilkan perbandingan efisiensi kebersihan yang meningkat. Alat usulan yang sudah jadi akan dilengkapi dengan inverter untuk pengaturan otomatis perubahan kecepatan yang akan dikeluarkan oleh motor.



Gambar 2 proses memisahkan kulit ari kedelai

4. Kesimpulan

Tujuan dari pengembangan mesin pengupas kedelai adalah untuk mendapatkan sebuah konsep baru yang dapat menjadi solusi untuk masalah yang ada dalam proses pemisahan kulit kedelai. Masalahnya diperoleh dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna yang dalam hal ini. Setelah itu penambahan fitur pada kulit kedelai

sehingga peran operator dalam proses ini dapat dikurangi itu adalah motor listrik bukan operator energi. Penambahan fitur mekanisme gaya gesek dari bagian nilon pada blade berfungsi untuk mempercepat pemisahan kulit kacang kedelai. Selain itu, jalur pembuangan ditambahkan sehingga mudah dipindahkan saat kacang kedelai selesai diproses. Prototyping dan pengujian dilakukan di CV. Mitra Pangan Sejahtera, Bandung. Perancangan alat pemisah kulit ari berfungsi untuk mengurangi beban kerja operator dan meningkatkan higienis kualitas tempe.

Daftar Pustaka

- [1] Ashenafi, M., 1994. Microbiological Evaluation of Tofu and Tempeh During Processing and Storage. *Plant Foods for Human Nutrition*, Volume 45, pp. 183-189.
- [2] Azeke, M., Fretzdorff, B., Pfaue, H. & Betsche, T., 2007. Comparative Effect of Boiling and Solid Substrate Fermentation using The Tempeh Fungus on the Flatulence Potential of African Yambean Seeds. *Food Chemistry*, Volume 103, pp. 1420-1425.
- [3] Bing, F., 1985. The History of Tempeh: A Fermented Soybean from Indonesia. *Agricultural History*, 59(4).
- [4] Bozarth, C. & Handfield, R., 2008. *Introduction to Operations and Supply Chain Management*. s.l.:Pearson Prentice Hall.
- [5] Hoschek, J. & Dankwort, W., 1996. *Reverse Engineering*. Stuttgart: Teubner Stuttgart.
- [6] Kurmi & Gupta, 2005. *Machine Design*. 1st ed. New Delhi: Eurasia Publishing.
- [7] Otto, K. & Wood Kristin, 1998. *Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology*, London: Springer-Verlag.
- [8] Raharjo, J., 2016. *Perancangan Marine Diesel 4 Langkah 125 HP Dengan Metode Reverse Engineering*, Surabaya: ITS.
- [9] Raja, V. & Fernandes, K., 2007. *Reverse Engineering: An Industrial Perspective*. London: Springer-Verlag.
- [10] Sha, L., 2012. The Innovation Design of Product Based on Reverse Engineering. *ICCSIT*, 51(90).
- [11] Shurtleff, W. & Aoyagi, A., 2001. *The Book of Tempeh*. 2nd ed. Berkeley: Ten Speed Press.
- [12] Steinkraus, K., Hwa, Y. & Buren, V., 1959. Studies on Tempeh: An Indonesian Fermented Soybean Food. *New York State Agricultural Experiment Station*, Issue 1176, pp. 777-788.
- [13] Sultana, A., HC, N., Devadath, V. & Kumar, J., n.d. *Rapid Product Development Using Reverse Engineering*, Bangalore: MVJ College of Engineering.
- [14] Tarey, V., Bhatt, K. & Rupayla, P., 2012. The Reverse Re Engineering of Captive Touch Screen System. *Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2(3), pp. 247-251.
- [15] Ulrich, K. & Eppinger, S., 1994. *Product Design and Development*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- [16] Wang, H., 1975. Mass Production of Rhizopus Oligosporus Spores and Their Application in Tempeh Fermentation. *Journal of Food Science*, Volume 40.
- [17] Wood, K., Jensen, D., Bezdek, J. & Otto, K., 2001. Reverse Engineering and Redesign: Courses to Incrementally and Systematically Teach Design. *Engineering Education*, pp. 363-374.