

PERANCANGAN AGITATOR MESIN PEMISAH KULIT ARI KEDELAI GUNA MENGURANGI WAKTU SIKLUS MENGGUNAKAN PENDEKATAN REVERSE ENGINEERING

DESIGNING AGITATOR FOR SOYBEAN PEEL SEPARATOR MACHINE TO DECREASE CYCLE TIME USING REVERSE ENGINEERING APPROACH

¹Elda Shabrina, ²Agus Kusnayat, ³Sri Martini

¹²³Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹eshabrina15@gmail.com, ²agus_kusnayat@yahoo.com, ³srimartini59m@gmail.ac.id

Abstrak

Rumah Tempe Indonesia (RTI) adalah sebuah unit percontohan untuk perindustrian tempe yang higienis dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, RTI dinobatkan sebagai pusat produsen tempe di Indonesia. Untuk proses produksi, RTI menggunakan 12 tahap produksi yang dibagi menjadi dua area, yaitu area basah dan area kering. Di area basah, proses yang terjadi adalah pemilihan kedelai, perebusan, perendaman, penggilingan kedelai, pemisahan biji kedelai dengan kulit ari, perendaman dengan air panas, dan pencucian kedelai. Sedangkan, pada area kering terjadi proses pengeringan kedelai, inoculating, packaging, dan proses fermentasi. Dengan permintaan tempe yang selalu naik dari tahun ke tahun, harus dibentuk proses yang lebih efisien dan efektif dengan cara mengurangi waktu siklus dari salah satu proses pada area basah, yaitu pemisahan kulit ari kedelai. Pada konsep baru mesin ini, terdapat blade yang berfungsi untuk memutar air sehingga kulit ari kedelai akan terangkat ke atas karena adanya gaya angkat zat cair dan biji kedelai akan mengendap di bagian bawah mesin karena gaya gravitasi. Pengembangan produk yang tepat untuk kasus ini adalah dengan pendekatan reverse engineering and redesign methodology, yang dianggap tepat karena melakukan pengembangan pada mesin yang sudah ada sebagai acuan awal pengembangan produk. Dari pengembangan produk menggunakan metode ini, akan dihasilkan konsep blade baru yang mampu memutar air secara lebih efektif dan efisien.

Kata Kunci : Mesin pemisah kulit ari kedelai, tempe, reverse engineering, redesign methodology

Abstract

Rumah Tempeh Indonesia (RTI) is a sampling unit of hygiene and friendly environment tempeh industry. Therefore, it is being a product development central for tempeh producers in Indonesia. RTI uses twelve (12) standard stages for tempeh production which is applied by Forum Tempeh Indonesia (FTI). The stages are divided into two different areas; wet and dry area. Wet area consists of sorting, boiling, soaking, cleaving, peel separating, soaking (hot water), and washing. While dry area composed of drying, inoculating, packaging, and fermentation process. Because of the tempeh demand increases year to year, the process needs to be more effective and efficient by decreasing cycle time of peel separating process. In new machine concept, there is a blade which function to stir the water so the peel soybean will float but the soybeans seed will fall down by the gravity. Proper product development that is used in this case is reverse engineering and redesign methodology approach. This method is considered as the right approach to redesign existing machine as initial reference of product development. This method delivers new concept of blade which can effectively rotating the water and soybeans..

Keywords : soybean peel separator machine, tempeh, reverse engineering, redesign methodology

1. Pendahuluan

Rumah Tempeh Indonesia (RTI) adalah sebuah unit percontohan untuk industri tempe yang higienis dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, RTI dijadikan sebagai pusat pengembangan produk untuk produsen tempe di Indonesia. Kualitas produksi tempe dapat dipantau dengan beberapa variabel berdasarkan ketentuan yang ditulis pada SNI 3144:2009 seperti yang dapat dilihat pada tabel I.1. Standarisasi ini membantu perusahaan untuk memantau kualitas tempe selama produksi berlangsung. RTI sendiri menerapkan standarisasi yang tinggi pada rantai produksi melalui sanitasi yang baik, peralatan yang terbuat dari stainless steel, dan pekerja yang dilatih dengan baik.

Kualitas tempe juga diamati dengan meninjau proses produksinya. RTI menggunakan 12 tahap produksi standar yang diterapkan oleh Forum Tempe Indonesia (FTI). Tahapan ini dibagi menjadi dua area yang berbeda, yaitu area basah dan kering. Area basah terdiri dari proses sorting, boiling, soaking, cleaving, peel separating,

soaking (dengan air panas), dan washing. Sedangkan, area kering terdiri dari proses drying, inoculating, packaging, dan fermentasi.

No.	Aktivitas	Waktu (detik)
1.	Persiapan merebus	11,87
2.	Pemecahan kedelai	17,48
3.	Pemisahan kulit ari	170,42
4.	Pencucian kedelai	63,26

Tabel 1 Data waktu siklus area basah

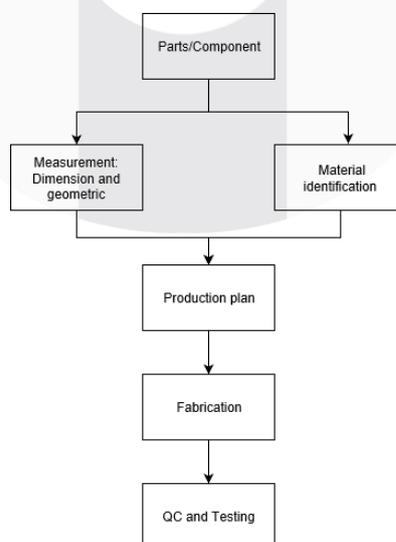
Berdasarkan tabel I-3 di atas, dapat dilihat bahwa proses pemisahan kulit ari kedelai memakan waktu siklus lebih lama dibandingkan proses lain. Proses pemisahan kulit adalah proses pelepasan dan pembuangan kulit ari kedelai menggunakan cara manual. Cara manual ini dilakukan dengan menggunakan sebuah sifter yang terbuat dari bahan bambu dan menggunakan tenaga manusia untuk mengaduk air dan kedelai. Proses ini memanfaatkan gaya sentripetal dan gaya angkat zat cair untuk mengarahkan kulit ari naik ke permukaan air dan dikumpulkan menggunakan sifter bambu. Sedangkan, biji kedelai tidak ikut naik ke permukaan dan mengendap di bagian bawah tabung karena adanya gaya gravitasi. Proses ini harus dilakukan secara manual berulang kali sampai seluruh kulit ari kedelai terpisah dari bijinya.

Berdasarkan masalah yang dijabarkan di atas, sebuah desain pengaduk baru harus dibuat untuk membantu meningkatkan produktivitas mesin dan proses ini dapat dilakukan tanpa bantuan operator. Pengaduk ini digerakkan dengan bantuan sebuah motor yang terhubung dengan puli. Pengaduk perlu didesain sedemikian rupa agar dapat melepaskan kulit ari dari bijinya dan naik ke permukaan dengan adanya gaya angkat zat cair, lalu terbuang lewat jalur pembuangan. Untuk itu, pendesainan ulang alat pengaduk dilakukan menggunakan pendekatan *reverse engineering and redesign product*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Reverse Engineering

Reverse Engineering (RE) adalah salah satu metodologi untuk memperoleh informasi dari komponen-komponen sebuah mesin yang bertujuan untuk memperbaikinya. Di industri penerbangan, metodologi ini mampu mengurangi jumlah komponen yang besar lewat re-engineering product, desain, dan proses manufaktur (Gameros et al., 2015). RE digunakan secara luas di bidang manufaktur, desain industri, dan reproduksi. Yau et al. menyatakan bahwa RE berkaitan dengan pembuatan sebuah computer-aided design (CAD) dari objek fisik yang dapat digunakan sebagai alat desain untuk membuat produksi dari sebuah objek, mengekstrak konsep desain, dan reengineering komponen yang sudah ada. Walaupun terdiri dari beberapa analisis desain prosedural dan proses manufaktur, RE bukan hanya perkara geometri, namun juga material dan fungsi (Valerga et al., 2015).



Gambar 1 Flowchart metode reverse engineering

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar II-3, terdapat lima proses utama dari pendekatan reverse engineering. Parts atau komponen dari mesin pemisah kulit ari kedelai didekomposisi untuk memahami fungsi masing-masing

komponen. Tahap selanjutnya adalah mengukur dimensi dan bentuk geometri komponen tersebut. Paralel dengan proses pengukuran, material komponen juga harus diidentifikasi untuk memasuki perencanaan produksi. Setelah menetapkan perencanaan produksi, langkah selanjutnya adalah fabrikasi. Fabrikasi akan menunjukkan bagaimana konsep dibuat. Lalu, langkah terakhir adalah quality control (QC) dan melakukan pengujian untuk mengetahui apakah mesin dapat bekerja atau tidak (Firdaus et al., 2016).

2.2. Pemilihan Desain Agitator

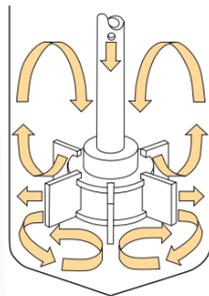
Mencampurkan fluida adalah proses produksi yang dilakukan pada produk polimer, makanan, cat, dan pelumas. Buruknya kualitas pencampuran bisa mengakibatkan pada kualitas akhir dari produk tersebut. Pemilihan sistem pencampuran tergantung pada kecepatan agitasi dan sifat fluida (Tsui & Chang Hu 2011. p. 416).

Agitasi merujuk pada pengadukan fluida dan bekerja dengan gerakan berputar yang membantu proses pengadukan. Agitasi dapat digunakan untuk mencampurkan partikel solid, mencampur cairan, dan menyebarkan gas. Sedangkan, agitator sendiri adalah bagian dari bejana pencampur untuk mengaduk atau menggetarkan (Shastri & Borkar 2015. p. 435).

2.3. Jenis Agitator

Shastri and Borkar (2015. pp.436-437) menyatakan bahwa terdapat enam jenis agitator yang digunakan dalam industri sebagai berikut.

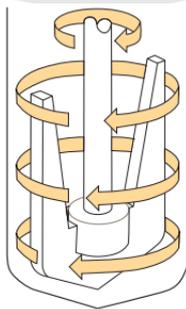
a. *Dispermax Turbine*



Gambar 2 Dispermax Turbine

Agitator jenis ini biasanya digunakan untuk gas/cairan yang menimbulkan reaksi tertentu. *Dispermax turbine* sering digunakan untuk gas/cairan dengan kekentalan yang rendah. Untuk memutar gas/cairan dengan kekentalan yang rendah, agitator ini menggunakan kecepatan pengadukan yang tinggi.

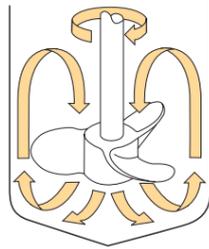
b. *Anchor Impeller*



Gambar 3 Anchor Impeller

Agitator ini cocok untuk fluida dengan tingkat kekentalan yang tinggi. *Anchor Impeller* akan efektif digunakan jika digerakkan dengan kecepatan pengadukan yang rendah agar menggunakan daya yang optimal.

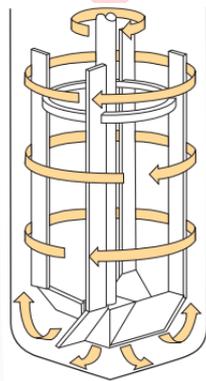
c. *Marine Impeller*



Gambar 4 Marine Impeller

Marine impeller biasa digunakan untuk pengadukan yang mementingkan material dapat didistribusikan ke bagian bawah tabung. Agitator jenis ini cocok digunakan untuk cairan yang memiliki tingkat kekentalan yang rendah.

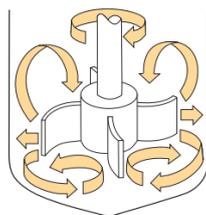
d. *Elongated Paddle*



Gambar 5 Elongated Paddle

Elongated paddle adalah agitator yang mengkombinasi pergerakan air yang aksial dan radial. Agitator ini memungkinkan material pada bagian bawah dapat naik dan diaduk secara merata. Namun, untuk material dengan partikel yang solid, akan mengalami kesulitan karena ruang yang terbentuk diantara bagian agitator ini relatif sempit.

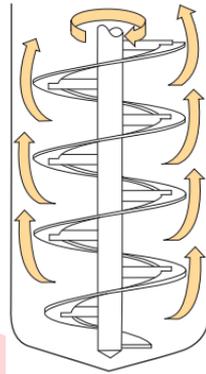
e. *Curved Blade Turbine*



Gambar Error! No text of specified style in document. -6 Curved Blade Turbine

Agitator ini adalah jenis yang paling fleksibel karena dapat digunakan di berbagai tingkat kekentalan fluida yang digunakan. Bentuknya hampur mirip dengan *marine impeller*, namun distribusi air yang dihasilkan berbeda.

f. *Helical Impeller*



Gambar 7 *Helical Impeller*

Helical impeller digunakan dalam berbagai tingkat kekentalan pada fluida. Agitator ini dioperasikan pada jarak ruang yang minimum antara dinding tabung dengan pengaduknya. *Helical impeller* juga memungkinkan aliran dengan arah aksial pada kecepatan yang rendah.

2.4. Material Food-Grade

Menurut Partial Agreement in the Social and Public Health Field oleh Council of Europe, logam dan campuran logam biasanya digunakan sebagai material yang kontak langsung dengan makanan. Namun, untuk keamanan antara makanan dan eksterior, logam harus dilapisi untuk menghindari migrasi ion logam pada makanan yang dapat membahayakan kesehatan manusia (jika jumlahnya sesuai dengan batasan yang direkomendasikan).

U.S. Food and Drugs Administration (FDA) mempertimbangkan beberapa kondisi dari makanan yang aman, sebagai berikut:

- Kondisi tersebut harus menghambat perpindahan dari “substansi yang mengganggu, bau, atau rasa” pada makanan.
- Kondisi harus memungkinkan untuk “tahan lama, anti korosi, dan tidak menyerap”.
- Permukaannya mudah dibersihkan.
- Memiliki kemampuan untuk menghambat distorsi dan dekomposisi.

Berikut adalah daftar logam yang aman untuk makanan yang digunakan untuk membuat sheet metal dan wireform pada industri makanan:

- Cast Iron

FDA menyetujui cast iron sebagai bahan yang aman bagi makanan, namun hanya jika bahan ini diaplikasikan pada permukaan alat memasak dan untuk penyajian makanan.

- Stainless-Steel Tipe 304

Material ini paling banyak digunakan dalam industri. Material ini dapat menghambat korosi, memiliki permukaan yang halus, berkilau, dan mudah dibersihkan.

- Stainless-Steel Tipe 316

Material ini adalah material yang juga banyak digunakan dalam industri setelah SS tipe 304. Namun, tipe 316 ini memiliki kemampuan yang lebih baik dalam resistansi terhadap klorin seperti bahan garam.

- Aluminium

Secara umum, aluminium digunakan sebagai saucepan, alat memasak, cerek kopi, kaleng, dll. Paduan aluminium untuk makanan biasanya merupakan campuran dari magnesium, silikon, besi, mangan, tembaga, dan seng (European Standard EN 601; European Standard EN 602).

- Tembaga

Tembaga hanya digunakan untuk makanan yang memiliki tingkat pH dibawah 6, seperti cuka, jus buah, atau wine.

3. Pengumpulan dan Pengolahan data

3.1. Investigasi dan Prediksi

Tahap investigasi dan prediksi ini ditujukan untuk memastikan batasan masalah dari pengembangan produk, memprediksi fungsi produk, dan menganalisis kelemahan produk terdahulu.

3.2. Kegunaan Mesin Terdahulu

Setelah proses penggilingan kacang kedelai, kulit ari kedelai dan tunas kemudian dipisahkan dari bijinya yang ditampung pada sebuah tabung yang terbuat dari stainless-steel dan diaduk dengan memutar air dan kedelai. Air diputar sampai biji kedelai turun ke bagian bawah tabung, sedangkan kulit ari akan mengambang ke permukaan air. Dengan debit air yang terus ditambah selama proses pemisahan kulit ari kedelai berlangsung, kulit ari yang telat terkelupas akan mencapai permukaan air dan terbuang lewat saluran pembuangan lewat fitur jalur pembuangan.



Gambar 8 Mesin Terdahulu untuk proses pemisahan kulit ari kedelai

Seperti yang terlihat pada Gambar IV-I, mesin memutar air dan kedelai menggunakan sebuah agitator (alat pengaduk). Agitator ini harus memutar air selama beberapa kali sampai kulit ari terlepas dari bijinya dan mengambang ke permukaan air. Jenis agitator yang digunakan pada mesin pemisah kulit kedelai adalah agitator yang sama dengan yang digunakan pada mesin pencuci kedelai.



Gambar 9 Agitator terdahulu

Desain agitator terdahulu berupa plat berbentuk persegi panjang yang memiliki ruang di bagian tengah. Agitator inilah yang membantu untuk memisahkan kulit ari dengan bijinya dengan memanfaatkan gaya putar. Gaya putar ini dikombinasikan dengan massa air yang terus bertambah sehingga membantu kulit ari terbuang lewat jalur pembuangan yang menempel dengan tabung yang memanfaatkan daya angkat zat cair. Dengan desain ini, kacang kedelai yang diaduk mampu melepaskan kulit ari beserta tunasnya, namun distribusi material tidak merata. Meskipun diaduk, kacang kedelai yang berada di bagian bawah banyak terperangkap karena tidak bisa naik ke permukaan, sehingga kulit ari juga tidak bisa terbuang dengan optimal.

Merujuk pada penelitian Fikri Abdulhakim (2018, p.48), tingkat kebersihan kacang kedelai pada mesin pemisah kulit ari kacang kedelai adalah sebesar 41%. Untuk mencapai 41%, mesin ini membutuhkan waktu selama 1890.11 detik atau setara dengan 31.5 menit. Namun, untuk memenuhi target kebersihan kedelai di Rumah Tempe Indonesia sebesar 90%, proses pemisahan kulit ari kacang kedelai harus dilanjutkan dengan proses manual menggunakan sistem ayakan yang dilakukan oleh tenaga manusia selama 45 menit.

Pada konsep mesin ini, terdapat sebuah agitator atau pengaduk material dibagian tengah tabung. Agitator ini berfungsi untuk mengaduk kedelai dan air tanpa menggunakan kekuatan manusia. Mesin ini memanfaatkan gaya sentrifugal dan sentripetal yang muncul ketika air dan kedelai dikenai gaya berputar.

3.2. Identifikasi *User Needs*

User needs atau kebutuhan pengguna dijadikan sebagai acuan utama dari pengembangan produk karena user atau pengguna mengetahui bagaimana mesin pemisah kulit ari kedelai dapat bekerja dengan baik. Berikut adalah beberapa user needs dari proses pemisahan kulit ari di RTI, Bogor:

- Sikat yang digunakan bersifat dinamis.
- Agitator dapat memisahkan kulit ari dari biji kedelai dengan lebih cepat dan bersih.

3.3. Analisis Kelemahan Agitator pada Mesin Sebelumnya

Analisis kelemahan produk terdahulu dilakukan untuk mengetahui fokus pengembangan mesin pemisah kulit kedelai. Berdasarkan observasi yang dilakukan, terdapat kelemahan dari penggunaan jenis agitator terdahulu. Agitator yang tersedia di Rumah Tempe Indonesia, Bogor, hanya membantu untuk memutar kedelai, tetapi kurang membantu untuk pelepasan kulit ari kedelai. Hal ini mempengaruhi waktu siklus, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat kebersihan standar (90%) menjadi lebih lama.

3.4. Analisis Dekomposisi Struktur

Dekomposisi struktur memiliki tujuan untuk memahami masing-masing komponen mesin. Selain itu, dekomposisi struktur juga membantu mendefinisikan komponen yang mungkin untuk dihilangkan.

3.5. Spesifikasi Teknis

Pada proses disassembly dari mesin pemisah kulit ari kedelai, tahap percobaan produk merupakan tahapan terakhir. Percobaan ini dilakukan untuk memudahkan analisis terhadap masing-masing komponen jika komponen tersebut dihilangkan. Analisis ini juga digunakan untuk memahami dampak yang terjadi jika komponen dihilangkan.

3.6. Peta Morfologi Produk

Analisis morfologi produk dilakukan untuk memisah komponen kedalam beberapa alternatif. Alternatif-alternatif yang terbentuk mengarahkan pada konsep yang berbeda untuk analisis yang lebih jauh untuk memilih konsep terbaik. Berdasarkan latar belakang masalah, maka yang akan dianalisis pada sub bab ini adalah bagian agitator/pendaguk.

Fungsi	Fitur Terdahulu	Alternatif		
		Pilihan 1	Pilihan 2	Pilihan 3
Penampung Air dan Kedelai	Cylinder	Cylinder	Cube	-
Mekanisme Pengadukan	Pengaduk Terdahulu	<i>Elongated Paddle</i>	<i>Helical Impeller</i>	<i>Anchor Impeller</i>
Pelepas Kulit Ari	<i>Wire Filter</i>	Sikat Nilon	Sikat <i>Stainless-steel</i>	-

Seperti yang dapat dilihat pada tabel di atas, terdapat 3 fungsi utama yang masing-masing memiliki alternatif. Setiap alternatif fungsi diperoleh dari proses benchmarking pada mesin lain yang memiliki mekanisme serupa. Sehingga, jumlah kombinasi yang mungkin terbentuk adalah $2 \times 3 \times 2 = 12$ konsep.

4. Pembahasan

Setelah melakukan analisis morfologi melalui *concept screening* dan *concept scoring*, konsep terpilih adalah konsep A yaitu menggunakan mekanisme pengadukan dengan desain *elongated paddle* dan melepaskan kulit ari kedelai dengan sikat yang berbahan dasar nilon. Agitator dengan tipe ini memungkinkan air dan kedelai bergerak aksial mengikuti arah putaran yang diinginkan. Pergerakan agitator secara tidak langsung menimbulkan gaya gesek antara sikat nilon yang menempel pada agitator dengan kulit ari kacang kedelai, sehingga membantu dalam pelepasan kulit ari beserta tunasnya. Desain agitator ini juga memungkinkan kulit ari kedelai yang terlepas di bagian bawah tabung untuk naik ke permukaan dan terbuang.

Agitator yang digunakan adalah jenis *anchor impeller* dan *elongated paddle*. Sedangkan, agitator jenis *helical impeller* dilarang digunakan karena mengandung material kayu, sehingga tidak memenuhi standar yang diterapkan oleh Rumah Tempe Indonesia. Selain itu, material yang digunakan merupakan plat baja yang menyebabkan massa agitator *helical impeller* ini terlalu berat, sehingga mesin tidak dapat memutar dengan kecepatan rendah. Namun, jika kecepatan ditinggikan, listrik seluruh ruangan akan padam.

Agitator tipe *anchor impeller* memiliki dua bagian tiang yang dihubungkan dengan plat panjang di bagian atas sehingga tekanan pada tiang dapat ditahan dengan baik. Bagian samping dari tiang-tiang dipasang sikat nilon yang membantu melepaskan kulit ari kacang kedelai dengan dinamis. Desain ini memungkinkan untuk mendistribusikan material kacang kedelai dengan merata. Namun, agitator *anchor impeller* tidak mampu menaikkan material di

bagian bawah tabung sehingga kulit ari kedelai sukar naik ke permukaan. Alhasil, kebersihan kulit ari kedelai hanya bisa terlihat dari material yang berputar di bagian atas tabung.

Agitator *anchor impeller* dibuat dari material *stainless-steel* tipe 304 yang merupakan material yang banyak digunakan di industri karena harganya yang lebih murah dibandingkan dengan *stainless-steel* tipe 316. Material ini aman digunakan untuk mengolah tempe karena *stainless-steel* merupakan material *food grade*. Sikat nilon yang menempel pada tiang-tiang ini dipasang dengan ukuran 8cm ke samping dan untuk bagian bawah dengan ukuran 20 cm agar sikat nilon dapat menjangkau material di bagian bawah tabung.

Berbeda dengan tipe *anchor impeller*, agitator jenis *elongated paddle* memiliki empat bagian tiang yang dihubungkan dengan plat panjang untuk menahan beban dorongan ketika diputar. Bagian samping tiang juga dipasang sikat nilon sepanjang 8 cm dan bagian bawah sepanjang 20 cm. Desain ini mampu meratakan material kacang kedelai dengan menaikkan material yang berada di bagian bawah tabung untuk naik ke permukaan dan diputar secara aksial setelahnya. Namun, karena agitator jenis ini memiliki sikat nilon yang lebih banyak daripada jenis *anchor impeller*, maka banyak kacang yang terperangkap di sela-sela sikat nilon. Selain itu, proses pemisahan kulit juga berlangsung lebih lama karena beban agitator ini lebih berat daripada *anchor impeller*.

5. Kesimpulan

Secara umum, pengembangan produk agitator mesin pemisah kulit ari kacang kedelai melalui beberapa tahapan, yaitu dengan melakukan dekomposisi alat, melakukan pengukuran dan penentuan dimensi yang paralel dengan identifikasi bahan yang akan digunakan, melakukan perencanaan produksi, fabrikasi, dan pengendalian kualitas produk.

Berdasarkan pengolahan data dan analisis agitator mesin pemisah kulit ari dan kedelai, didapatkan bahwa tujuan penelitian ini mampu dicapai yaitu peningkatan produktivitas dalam aspek kebersihan kacang kedelai, waktu siklus, penggunaan listrik, dan penggunaan air.

Pada aspek kebersihan kacang kedelai, *elongated paddle* lebih bersih 2% daripada *anchor impeller*. Namun, penggunaan listrik, *anchor impeller* lebih murah 12% daripada *elongated paddle*. Selain itu, penggunaan air dengan agitator jenis *anchor impeller* sama dengan mesin yang menggunakan *elongated paddle*. Pada mesin ini, penggunaan air mesin yang menggunakan *anchor impeller* sama dengan mesin yang menggunakan *elongated paddle* yaitu 393,3 liter.

6. Daftar Pustaka

- [1] Astuti, M. dkk. (2012) *Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia*. Selected Papers from the IFAC Symposium. Asia Pasific Journal of Clinical Nutrition, vol. 9, Iss. 4
- [2] Asiri, S (2015). *Design and Implementation of Differential Agitator to Maximize Agitating Performance*. SAE International. International Journal of Mechanics and Applications, vol. 2, no.6
- [3] Babu P, Bhakayaraj, dkk. (2009) *A Low Cost Nutritious Food "Tempeh" – A Review*. World Journal of Dairy & Food Science, vol. 4, no. 1
- [4] Ciocanea, A, dkk. (2017) *Reverse Engineering for The Rotor Blades of A Horizontal Axis Microhydrokinetic*, Vol. 112.
- [5] Desai, S, dkk. (2016) *Redesign and Structural Analysis of Agitator Shaft for Reactor Pressure Vessel*, Iss. 4.
- [6] Firdaus, N, dkk. (2016) *Rekayasa Ulang Komponen Mekanis Sistem Turbin Air*, Vol. 6, No.2.
- [7] Gameros, A. dkk. (2015) *A reverse engineering methodology for nickel alloy turbine blades with internal features*. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Vol. 9
- [8] Gearahmani, F (2018), *Development and Design of Soybean Peel Separator Device Using Reverse Engineering and Redesign Method to Improve Productivity*
- [9] Houcine, I (2000) *Effects of The Stirred Tank's Design on Power Consumption and Mixing Time in Liquid Phase*. Chemical Engineering Technology, Vol. 23, No. 7.
- [10] Jordan, F (2007) *Agitation Handbook*, KTH Industrial Engineering and Management.
- [11] Medwid, R, dkk. (1984) Germination of *Rhizopus oligosporus* Sporangiospores. Applied and Environmental Microbiology. Vol. 48, No. 6.
- [12] Montanha Jr., I dkk 2007, 'Guidelines for Reverse Engineering Process Modeling of Technical Systems', Complex Systems Concurrent Engineering.
- [13] Otto, K, Wood, K 1998, 'Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology', Research in Engineering Design, Vol. 10.