



PAPER – OPEN ACCESS

Perbaikan Alat Parutan Kelapa dengan Menggunakan Metode Design For Manufacture and Assembly (DFMA)

Author : Andri Nasution, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v5i2.1623
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 5 Issue 2 – 2022 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Perbaikan Alat Parutan Kelapa dengan Menggunakan Metode *Design For Manufacture and Assembly* (DFMA)

Andri Nasution, Abdi Bagus Santoso, Rizki Al Rafi

*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jln. Dr. T. Mansur No.9 Padang Bulan Medan 20222, Indonesia*

ihun_mama@yahoo.co.id sanabdi45@gmail.com, reflxyray890@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan perkembangan zaman dan kemajuan teknologi yang sangat pesat banyak terciptanya produk-produk yang beredar di masyarakat, teknologi diciptakan untuk membantu meringankan pekerjaan masyarakat dan agar menghasilkan hasil yang lebih maksimal, salah satu contohnya yaitu mesin parut kelapa. Mesin pamarut kelapa digunakan untuk membantu proses pemisahan daging buah kelapa dari tempurung kelapa. Biasanya mesin pamarut kelapa banyak digunakan pedagang pedagang kelapa di pasar tradisional untuk memenuhi banyaknya permintaan kelapa yang sudah diparut. Tingginya permintaan kelapa parut pada masyarakat membuat tingginya juga permintaan mesin pamarut kelapa dari pedagang kelapa, hal ini yang mendasari pabrik sebagai produsen mesin pamarut kelapa harus melakukan pengembangan produk pada mesin pamarut kelapa agar dapat memenuhi permintaan akan mesin pamarut kelapa. Masyarakat menuntut produk-produk yang memiliki kualitas yang baik, harga yang murah, dan banyak fungsi sekaligus (multifungsi), sehingga perancang dituntut melakukan pengembangan produk yang dapat memenuhi permintaan tersebut. Desain yang sederhana akan meningkatkan efisiensi metode permesinan dan waktu yang berujung pada penurunan biaya perakitan yang dibutuhkan. Untuk itu mesin pamarut kelapa dievaluasi menggunakan metode Desain for Manufacturing and Assembly (DFMA). Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode DFMA didapatkan urutan proses perakitan produk selama 520 menit. Dimana yang sebelumnya membutuhkan waktu perakitan selama 550 menit. Material yang dipilih dalam pembuatan motor dan kaki – kaki pada alat parutan kelapa adalah besi. Dilakukan juga perbaikan Material Selection yang didapatkan hasil bahwa efisiensi dari produk alat pamarut kelapa adalah sebesar 0,05192 % menghasilkan biaya perakitan sebesar Rp.250.000.

Kata Kunci: Mesin Pamarut Kelapa; DFMA; *Material Selection*

Abstract

Along with the times and rapid technological advances, there are many products circulating in the community, technology was created to help ease people's work and to produce maximum results, one example is the coconut grater machine. The coconut grater machine is used to help the process of separating the coconut flesh from the coconut shell. Usually coconut grater machines are widely used by coconut traders in traditional markets to meet the large demand for grated coconut. The high demand for grated coconut in the community makes the demand for coconut grater machines high from coconut traders, this is what underlies the factory as a coconut grater machine manufacturer must develop products on coconut grater machines in order to meet the demand for coconut grater machines. Society demands products that have good quality, low prices, and many functions at once (multifunctional), so designers are required to develop products that can meet these demands. The simple design will increase the efficiency of the machining method and time leading to a decrease in the required assembly costs. For this reason, the coconut grater machine was evaluated using the Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) method. Based on the results of calculations using the DFMA method, the order of the product assembly process was obtained for 520 minutes. Where previously required assembly time for 550 minutes. The material chosen in the manufacture of the motor and the legs on the coconut grater is iron. Improvements were also made to Material Selection. The results showed that the efficiency of the coconut grater product was 0.05192% resulting in an assembly cost of Rp. 250.000

Keywords: *Coconut Grate Machine, DFMA, Material Selection*

1. Pendahuluan

Penjabaran mengenai proses perancangan serta pengertian mengenai perancangan sudah banyak dilakukan melalui literatur-literatur yang memiliki pengertian yaitu perancangan adalah proses yang diawali dengan ide-ide ataupun daya pikir dalam

membuat karya ataupun produk sesuai dengan keinginan ataupun permintaan yang dibutuhkan oleh pasar melalui penelitian dan bisa juga karena melalui pengembangan teknologi [1].

Tujuan dilakukannya proses rancangan sebuah produk adalah untuk membuat suatu karya yang biasanya dalam bentuk produk fisik yang tentunya memiliki kualitas serta dapat memenuhi kebutuhan ataupun keinginan masyarakat yang membutuhkan sehingga ketika produk tersebut diluncurkan dapat diterima di pasar serta dapat tetap bersaing dengan kompetitor lain. Salah satu yang merupakan kerangka dari sebuah proses pengembangan produk yang biasanya dapat digunakan sebagai strategi untuk meningkatkan kualitas dari produk itu sendiri disebut juga sebagai dimensi kualitas [2].

Teknologi yang sangat berkembang saat ini akibat penyesuaian dengan proses perubahan zaman yang cepat menyebabkan dihasilkannya berbagai produk yang dibantu oleh teknologi guna meringankan beratnya pekerjaan manusia, seperti salah satu contoh hasil bantuan teknologi yaitu mesin parut kelapa. Mesin parut kelapa digunakan untuk membantu proses pemisahan daging buah kelapa dari tempung kelapa. Biasanya mesin parut kelapa banyak digunakan pedagang pedagang kelapa di pasar tradisional untuk memenuhi banyaknya permintaan kelapa yang sudah diparut.

Tingginya permintaan kelapa parut pada masyarakat membuat tingginya juga permintaan mesin parut kelapa dari pedagang kelapa, hal ini yang mendasari pabrik sebagai produsen mesin parut kelapa harus melakukan pengembangan produk pada mesin parut kelapa agar dapat memenuhi permintaan akan mesin parut kelapa.

Masyarakat menuntut produk-produk yang berkualitas baik, harga yang murah, dan banyak fungsi sekaligus (multifungsi), sehingga perancang dituntut melakukan pengembangan produk yang dapat memenuhi permintaan tersebut. Kesederhanaan pada desain dapat memberikan peningkatan efisien permesinan dan durasi yang dapat menurunkan biaya perakitan pada keseluruhan proses. Untuk itu mesin parut kelapa dievaluasi menggunakan metode *Desain for Manufacturing and Assembly* (DFMA). Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk melakukan perancangan ulang dan pengembangan produk mesin parut kelapa sehingga meningkatkan efisiensi dan menurunkan biaya perakitan.

2. Metode Penelitian

Pada perancangan ini digunakan *Desain for Manufacturing and Assembly* (DFMA). DFMA berguna sebagai salah satu metode untuk melakukan pengevaluasian rancangan produk dengan pertimbangan kemudahan pada proses manufaktur serta pada proses *assembly*. DFMA memiliki tujuan utama yakni memberikan penentuan desain produk yang benar-benar bisa mengurangi atau bahkan menghilangkan *part* yang sebenarnya tidak perlu (Hasibuan dkk., 2013) [3].

Berikut proses langkah-langkah pemilihan material:

- Identifikasi persyaratan desain produk
- Identifikasi persyaratan desain elemen produk
- Identifikasi bahan potensial
- Evaluasi bahan
- Tentukan apakah ada bahan yang memenuhi kriteria seleksi
- Pilih bahan [4].

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang dibutuhkan adalah data yang diperoleh dengan melakukan analisis terhadap pekerjaan dan aktivitas yang berlangsung.

3.1. Design for Manufacture and Assembly (DFMA)

Adapun tahapan dalam melakukan perbaikan pemilihan material (*Material Selection*) sebagai berikut:

- Identifikasi Persyaratan Desain Produk
Identifikasi syarat desain produk dilakukan dengan *brainstorming*. Hasil *brainstorming* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil *Brainstorming*

No.	Syarat Desain Produk
1.	Produk digunakan dalam keadaan berdiri
2.	Produk tahan terhadap panas
3.	Produk dapat meredam getaran

- Identifikasi Persyaratan Desain Elemen Produk
Perbaikan pemilihan material yang digunakan pada produk alat parut kelapa dilakukan dengan menentukan fungsi dari setiap elemen pada produk dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Elemen dan Fungsi Produk

No	Elemen	Fungsi
1.	Motor	Berfungsi sebagai penggerak untuk memutar pisau parut
2.	Saklar	Berfungsi sebagai tombol untuk menghidupkan atau mematikan motor
3.	Cable	Berfungsi sebagai pengalir arus listrik
4.	Mur	Berfungsi untuk merakit antar elemen
5.	Ember	Berfungsi sebagai penahan hasil parutan agar tidak menyebar
6.	Leher Pisau	Berfungsi sebagai penghubung motor dengan kepala pisau
7.	Kepala Pisau	Berfungsi untuk memarut kelapa
8.	Kaki-kaki	Berfungsi sebagai kerangka penyangga
9.	Wadah Penampung	Berfungsi untuk menampung hasil kelapa yang telah diparut

- Identifikasi Bahan Potensial

Pada hal ini peneliti melakukan perbandingan material untuk mendapatkan material yang efisien dan optimal dalam proses rakitan alat pamarut kelapa. Adapun material yang dapat menjadi material yang potensial yaitu besi siku galvanis, besi siku sama sisi, dan kayu sebagai substitusi material dan terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Identifikasi Bahan Potensial

No	Jenis Bahan	Gambar	Harga (Rupiah)	Referensi Harga
1.	Baja		190.000	Tokopedia
2.	Besi siku sama sisi		75.000	Tokopedia
3.	Kayu		20.000	Tokopedia

- Evaluasi Bahan

Evaluasi bahan dapat dilakukan dengan melakukan perbandingan antara masing – masing bahan yang potensial. Berikut merupakan perbandingan sifat fisik dari ketiga material terkait pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Material

Karakteristik	Besi Siku Galvanis	Baja	Kayu
Fleksibilitas	Tidak fleksibel	Sangat Tidak fleksibel	Kurang Fleksibel
Ketahanan Panas	Tahan panas	Sangat Tahan panas	Tidak tahan panas
Kepadatan	padat	Sangat padat	Kurang padat
Daya Redam Getaran	Dapat meredam	Kurang dapat meredam	Sangat dapat meredam

- Menentukan Apakah Ada Bahan Yang Memenuhi Kriteria Seleksi

Berdasarkan evaluasi bahan dengan melakukan perbandingan *material selection* didapatkan bahwa material yang memenuhi kriteria adalah besi siku sama sisi. Perbandingan kriteria besi siku galvanis dengan besi siku sama sisi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Kriteria Besi siku Galvanis dengan Besi Siku Sama Sisi

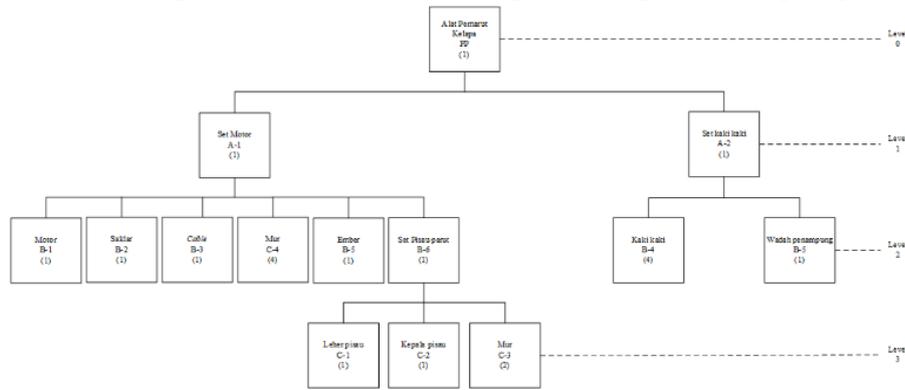
No.	Material	Ketebalan	Harga (Rupiah)	Referensi Harga	Gambar
1.	Besi siku galvanis(30x30x6)	3 mm	95.000	rooma.id	
2.	Besi siku sama sisi(30x30x6)	3mm	65.280	rooma.id	

- Pemilihan Bahan

Setelah melakukan pemilihan perbaikan material, maka material yang memenuhi persyaratan desain produk yaitu besi siku sama sisi yang menjadi bahan material penyusun kaki – kaki pada alat pamarut kelapa.

Fokus perbaikan dengan menggunakan metode DFMA (*Design for Manufacture and Assembly*) adalah untuk atribut dan karakteristik dari part tersebut.

Struktur Produk dan *Assembly Process Chart*. Struktur produk adalah pendeskripsian produk akhir dalam bentuk yang dijelaskan secara diagram dimana disini yaitu penjelasan mengenai produk akhir mesin pematut kelapa dengan komponen-komponennya yang dirakit sehingga dapat diketahui jenis komponen yang berdiri sendiri ataupun yang merupakan bagian dari sebuah *subassembly* karena hal ini dapat memudahkan perancang pada penentuan jenis komponen yang memiliki kemungkinan untuk dikembangkan, dieliminasi ataupun dikombinasi. Struktur dari produk alat pematut kelapa dapat dilihat pada Gambar 1.



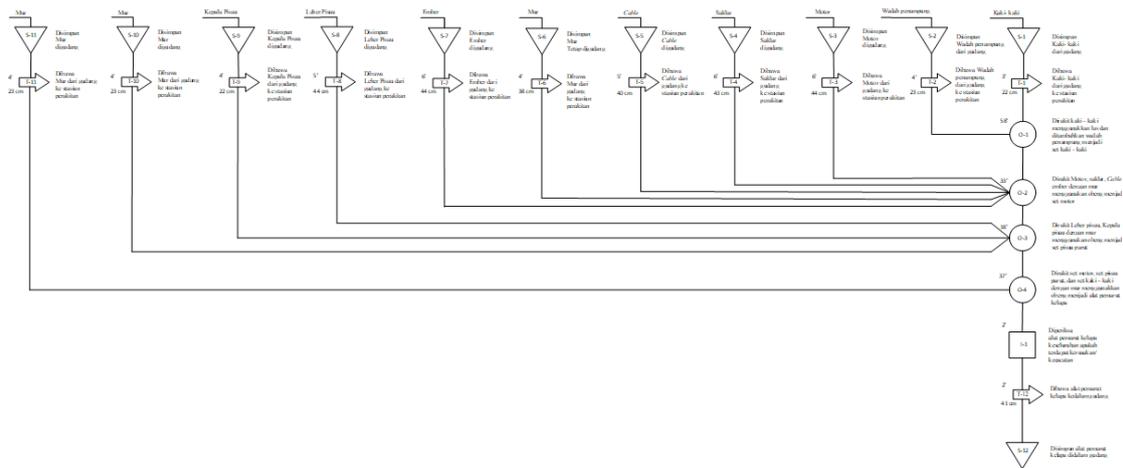
Gambar 1. Struktur Produk Alat Pematut Kelapa

Untuk keterangan lebih lanjut tentang rincian komponen-komponen apa saja yang berdiri dengan sendirinya dan komponen-komponen apa saja yang merupakan bagian dari subassembly berdasarkan pada struktur produk, maka dapat dilihat pada *indented bill of material* Tabel 6. Dapat digambarkan dalam peta proses perakitan (*Assembly Process Chart*) alat pematut kelapa seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 6. Indented Bill of Material

INDENTED BILL OF MATERIAL								
Product Code : FP								
Product Name : Alat Pematut Kelapa								
Stock No.								
Level	Level			Description	Qty	Unit	Source	Stock No.
	0	1	2					
	FP			Alat Pematut Kelapa	1	Pcs	yManufacturedy	
		A-1		Set Motor	1	Pcs	yManufacturedy	
			B-1	Motor	1	Pcs	yPurchasedy	
			B-2	Saklar	1	Pcs	yManufacturedy	
			B-3	Cable	1	Pcs	yManufacturedy	
			B-4	Mur	4	Pcs	yPurchasedy	
			B-5	Ember	1	Pcs	yManufacturedy	
			B-6	Set Pisau Parut	1	Pcs	yManufacturedy	
			C-1	Leher Pisau	1	Pcs	yManufacturedy	
			C-2	Kepala Pisau	1	Pcs	yManufacturedy	
			C-3	Mur	2	Pcs	yPurchasedy	
		A-2		Set Kaki-kaki	1	Pcs	yManufacturedy	
			B-4	Kaki-kaki	4	Pcs	yManufactured	
			B-5	Wadah Penampung	1	Pcs	yManufactured	

- Evaluasi,Komponen Penyusun,Produk Serta Pengembangan,DFMA dari Desain,Awal Produk Pada pengembangan lembar kerja DFMA terdapat elemen kegiatan, nomor elemen, dan waktu perakitan. Urutan proses perakitan produk awal dapat dilihat pada Tabel 6. Dan urutan proses perakitan produk usulan pada Tabel 7.



Gambar 2. Assembly Process Chart Alat Pamarut Kelapa

Tabel 7. Urutan Proses Perakitan Produk Awal

No. Operasi	Elemen Kegiatan	Waktu Perakitan (Menit)
1.	Diukur besi sesuai kebutuhan kaki- kaki	5
2.	Dipotong besi yang sudah diukur menjadi beberapa bagian	25
3.	Dipotong bagian bawah tiang secara miring	10
4.	Dipotong bagian atas tiang secara miring	10
5.	Diukur besi sesuai ukuran untuk kebutuhan penahan bawah	5
6.	Dipotong besi yang sudah diukur menjadi beberapa bagian	25
7.	Dirakit sehingga membentuk persegi empat menggunakan las	30
8.	Diukur besi sesuai kebutuhan dudukan	5
9.	Dipotong besi yang sudah diukur menjadi beberapa bagian	25
10.	Diperiksa dan diratakan hasil pemotongan	15
11.	Dirakit besi yang sudah di potong miring dan di rekatkan pada besi persegi menggunakan las	50
12.	Diperiksa hasil rakitan tersebut	10
13.	Dirakit dudukan diatas kaki rangka menggunakan las	25
14.	Dilubangi dudukan untuk tempat pemasangan mur bagian depan	10
15.	Dilubangi dudukan untuk tempat pemasangan mur bagian belakang	10
16.	Diukur besi sesuai ukuran untuk membentuk wadah penampung	5
17.	Dipotong besi yang sudah diukur	20
18.	Dirakit menjadi persegi empat menggunakan las untuk membentuk wadah penampung	35
19.	Disambungkan rakitan ke kaki rangka menggunakan las	40
20.	Dirakit motoran ke bagian rangka kaki	35
21.	Dipasangkan cable pada motoran	20
22.	Dipasangkan saklar pada kabel	25
23.	Diperiksa pemasangan pada motoran apakah bisa jalan	10
24.	Dipasangkan ember pada motoran	15
25.	Dipasangkan leher pisau ke motoran	10
26.	Dipasangkan kepala pisau menggunakan mur	10
27.	Diperiksa apakah perakitan motoran sudah bagus	15
28.	Dilakukan pengujian pada mesin pamarut kelapa	50
Total		550

Tabel 8. Urutan Proses Perakitan Produk Usulan

No. Operasi	Elemen Kegiatan	Waktu Perakitan (Menit)
1.	Diukur besi sesuai kebutuhan kaki- kaki	5
2.	Dipotong besi yang sudah diukur menjadi beberapa bagian	25
3.	Dilubangi bagian atas sebagai tempat pemasangan mur	10
4.	Dilubangi bagian bawah sebagai tempat pemasangan mur	10
5.	Diukur besi sesuai ukuran untuk kebutuhan penahan bawah	5
6.	Dipotong besi yang sudah diukur menjadi beberapa bagian	25
7.	Dilubangi bagian atas sebagai tempat pemasangan mur	10
8.	Dilubangi bagian bawah sebagai tempat pemasangan mur	10
9.	Diukur besi sesuai kebutuhan dudukan	5
10.	Dipotong besi yang sudah diukur menjadi beberapa bagian	25
11.	Dilubangi bagian atas sebagai tempat pemasangan mur	10
12.	Dilubangi bagian bawah sebagai tempat pemasangan mur	10
13.	Diperiksa dan diratakan hasil pemotongan	15
14.	Dirakit semua besi yang sudah dipotong hingga membentuk rangka kaki-kaki	50
15.	Diukur besi sesuai ukuran	5
16.	Dipotong besi yang sudah diukur	20
17.	Dilubangi bagian atas sebagai tempat pemasangan mur	20
18.	Dilubangi bagian bawah sebagai tempat pemasangan mur	20
19.	Dirakit untuk membentuk wadah penampung	50
20.	Dirakit motoran ke bagian rangka kaki	35
21.	Dipasangkan <i>cabl</i> e pada motoran	20
22.	Dipasangkan saklar pada kabel	25
23.	Diperiksa pemasangan pada motoran apakah bisa jalan	10
24.	Dipasangkan ember pada motoran	15
25.	Dipasangkan leher pisau ke motoran	10
26.	Dipasangkan kepala pisau menggunakan mur	10
27.	Diperiksa apakah perakitan motoran sudah bagus	15
28.	Dilakukan pengujian pada mesin pamarut kelapa	50
Total		520

3.2. Efisiensi Desain dan Biaya Perakitan

Efisiensi desain perakitan menggambarkan perbandingan antara estimasi waktu perakitan produk redesign dengan waktu ideal perakitan produk sebelumnya. Menghitung efisiensi desain perakitan manual dengan cara:

$$EM = \frac{(3 \times NM)}{TM} \quad (1)$$

Perhitungan efisiensi desain awal diketahui bahwa jumlah komponen sebanyak 9 komponen dan total waktu perakitan manual adalah 31.200 detik / 520 menit. Maka dapat dihitung untuk efisiensi dari desain awal adalah:

$$EM = \frac{(3 \times NM)}{TM}$$

$$EM = 0,05192\% "$$

Biaya perakitan yang dibutuhkan untuk merakit setiap unit pamarut kelapa diperoleh dari estimasi upah/gaji operator dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 1 orang. Sebagai contoh perhitungan biaya perakitan elemen 1

Biaya perakitan = Biaya/ detik x waktu perakitan

Dimana biaya/detik dihitung dengan asumsi sebagai berikut : Rata-rata Penghasilan operator/bulan = Rp 1.000.000
Total hari kerja/ bulan = 26 hari

Total waktu kerja/ hari = 8 jam

Total biaya/ detik = $Rp\ 1.000.000 / (26 \times 8 \times 3600) = Rp\ 1,335$
Biaya perakitan = $Rp\ 1,335 \times 2 = Rp\ 2.76 /unit$

Biaya perakitan yang dibutuhkan sebuah produk alat pamarut kelapa dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Biaya Perakitan dari Desain Perbaikan Produk

No. Operasi	Elemen Kegiatan	Waktu Perakitan (Menit)
1.	Diukur besi sesuai kebutuhan kaki- kaki	5
2.	Dipotong besi yang sudah diukur menjadi beberapa bagian	25
3.	Dilubangi bagian atas sebagai tempat pemasangan mur	10
4.	Dilubangi bagian bawah sebagai tempat pemasangan mur	10
5.	Diukur besi sesuai ukuran untuk kebutuhan penahan bawah	5
6.	Dipotong besi yang sudah diukur menjadi beberapa bagian	25
7.	Dilubangi bagian atas sebagai tempat pemasangan mur	10
8.	Dilubangi bagian bawah sebagai tempat pemasangan mur	10
9.	Diukur besi sesuai kebutuhan dudukan	5
10.	Dipotong besi yang sudah diukur menjadi beberapa bagian	25
11.	Dilubangi bagian atas sebagai tempat pemasangan mur	10
12.	Dilubangi bagian bawah sebagai tempat pemasangan mur	10
13.	Diperiksa dan diratakan hasil pemotongan	15
14.	Dirakit semua besi yang sudah dipotong hingga membentuk rangka kaki-kaki	50
15.	Diukur besi sesuai ukuran	5
16.	Dipotong besi yang sudah diukur	20
17.	Dilubangi bagian atas sebagai tempat pemasangan mur	20
18.	Dilubangi bagian bawah sebagai tempat pemasangan mur	20
19.	Dirakit untuk membentuk wadah penampung	50
20.	Dirakit motoran ke bagian rangka kaki	35
21.	Dipasangkan <i>cabl</i> e pada motoran	20
22.	Dipasangkan saklar pada kabel	25
23.	Diperiksa pemasangan pada motoran apakah bisa jalan	10
24.	Dipasangkan ember pada motoran	15
25.	Dipasangkan leher pisau ke motoran	10
26.	Dipasangkan kepala pisau menggunakan mur	10
27.	Diperiksa apakah perakitan motoran sudah bagus	15
28.	Dilakukan pengujian pada mesin pamarut kelapa	50
Total		520

Dapat dilihat bahwa setelah dilakukan perbaikan Material Selection didapat bahwa Efisiensi dari produk Pamarut Kelapa adalah sebesar 0,05192% dan besar biaya perakitan perproduk alat pamarut kelapa adalah sebesar Rp. 250.000.

3.3. Rancangan Akhir Produk DFMA

Dengan menerapkan DFMA pada perbaikan terhadap desain, berikut merupakan rancangan usulan pembaruan untuk produk alat pamarut kelapa. Rancangan usulan alat pamarut kelapa dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Usulan Perbaikan Produk Alat Pamarut Kelapa

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pengolahan, analisis data, dan tujuan penelitian adalah:

- Hasil Identifikasi produk yang dilakukan, permasalahan yang diangkat merupakan permasalahan melakukan perancangan ulang dan pengembangan produk alat pamarut kelapa sehingga meningkatkan efisiensi dan menurunkan biaya perakitan.
- Material yang dipilih dalam pembuatan motor dan kaki – kaki pada alat parutan kelapa adalah besi siku galvanis.
- Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode Design for Manufacture and Assembly (DFMA) didapatkan urutan proses perakitan produk selama 520 menit. Dimana yang sebelumnya membutuhkan waktu perakitan selama 550 menit.
- Setelah dilakukan perbaikan Material Selection didapat bahwa efisiensi dari produk alat pamarut kelapa adalah sebesar 0,05192 % menghasilkan biaya perakitan sebesar Rp.250.000.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami berikan kepada yang terkait dalam penulisan jurnal ini dan semoga jurnal ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Referensi

- [1] Sulung Rahmawan Wiraghani dan M Adhi Prasnowo. 2017. Perancangan Dan Pengembangan Produk Alat Potong Sol Sandal. *Teknika : Engineering and Sains Journal*, Vol. 1, No.1, Hal. 73-74, ISSN 2579-5422.
- [2] Dina, Difana, Hilma dan Dendi. 2018. Perancangan Produk & Aplikasinya. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas, No. 14 ISBN :987-602-5539-25-1.
- [3] Ilham Priadythama, Susy Susmartini, dan Alviandi Wahyu Nugroho. 2017. Penerapan DFMA untuk Low Cost High Customization Product. *Performa*, Vol.16, No.1, Hal. 1.
- [4] Michel Pfeifer. 2009. *Material Enabled Designs The Material Engineering Perspective To Product Design And Manufacturing*. Butterworth-Heinemann