

RESEARCH ARTICLE

## Perancangan Ulang *Design* Parutan Kelapa Untuk Meminimalisir Reduksi Hasil Santan Menggunakan Metode *Reverse Engineering*

Hilma Efrina Lorenza, Sri Martini\* and Agus Kusnayat

Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

\*Corresponding author: martini@telkomuniversity.ac.id

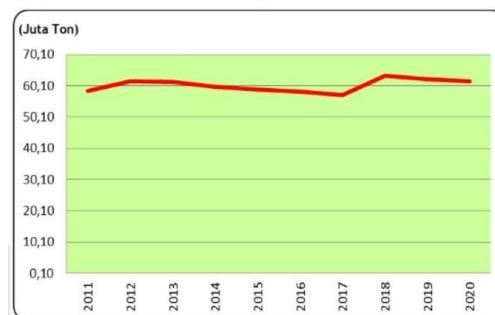
### Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat produksi dan produktivitas kelapa tertinggi di dunia. Penggunaan kelapa di Indonesia sering kali digunakan dalam pembuatan santan, baik dalam lingkup rumah tangga, industri kecil, maupun besar. Untuk menghasilkan santan, diperlukan kelapa dalam bentuk parutan. Parutan kelapa didapatkan dari kelapa yang telah diparut menggunakan mesin parut. Penelitian ini menggunakan mesin parut kelapa yang ada di Telkom University, yang menghasilkan parutan kelapa dengan santan yang memiliki reduksi cukup besar, yaitu 56,25% dari berat daging kelapa sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi reduksi hasil santan agar hasilnya lebih optimal dengan menggunakan metode *Reverse Engineering* dengan bantuan *3D Scanner*. Hasil modifikasi dari desain yang didapatkan dari *3D Scanner* kemudian menjadi produk melalui proses manufaktur yang menghasilkan perubahan ukuran pada gigi parutan, yaitu tinggi gigi 1,5 mm, lebar gigi 2,5 mm, dan jarak antar gigi 3,5 mm. Selanjutnya, dilakukan proses pengujian mesin dengan menggunakan kelapa parut tanpa kulit sebanyak 5 buah dan kelapa parut dengan kulit sebanyak 5 buah, dengan penambahan air sebesar total 500 ml untuk mempermudah keluarnya santan dari kelapa. Didapatkan hasil reduksi sebesar 28,33%, dengan perbedaan 27,92% dari hasil reduksi parutan sebelumnya. Dengan hasil reduksi sebesar 27,92%, produksi santan menjadi lebih optimal dibandingkan hasil sebelumnya.

**Key words:** Kelapa, Gigi Parutan, *Reverse Engineering*, *3D Scanner*, *Solid edge*.

### Pendahuluan

Kelapa (*Cocos nucifera* L.) adalah tanaman yang sangat umum tumbuh di daerah tropis. Kelapa tumbuh dengan baik di wilayah tropis dan pesisir hingga ketinggian 600 meter di atas permukaan laut [1]. Tanaman kelapa yang berasal dari daerah tropis dapat ditemukan di seluruh Indonesia, mulai dari pesisir pantai hingga daerah pegunungan yang tidak terlalu tinggi. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara tropis yang terkenal dengan hasil kelapa yang melimpah, bahkan pernah menjadi pengekspor kelapa terbesar di dunia. Produksi kelapa dunia rata-rata naik sebesar 0,15% selama sepuluh tahun terakhir. Produksi mulai meningkat dari tahun 2011, yaitu sebesar 58,39 juta ton kelapa butir, naik menjadi 61,52 juta ton kelapa butir pada tahun 2020, dan mencapai titik tertinggi pada tahun 2018 sebesar 63,37 juta ton kelapa butir. Produktivitas kelapa global meningkat rata-rata 0,46% per tahun dari tahun 2011 hingga 2020. Dari tahun 2011 hingga 2020, produktivitas melonjak dari 4,97 ton/hektare menjadi 5,31 ton/hektare, dengan peningkatan tertinggi pada tahun 2018 sebesar 5,50 ton/hektare. Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan produksi kelapa pada tahun tersebut. Data mengenai perkembangan produksi



Gambar 1. Perkembangan Produksi Kelapa Dunia Tahun 2011-2020

dan produktivitas kelapa dunia dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.

Di antara negara-negara lain di dunia, ekspor kelapa Indonesia paling banyak ditujukan ke Malaysia, Republik Rakyat Tiongkok, Amerika Serikat, India, Korea Selatan, dan Thailand. Hal ini disebabkan oleh produksi kelapa yang tinggi di Indonesia [2]. Berikut merupakan



Gambar 2. Perkembangan Produktivitas Kelapa Dunia

Table 1. Daftar 10 Negara Dengan Produsen Kelapa Terbesar Di Dunia Pada 2022

No.	Nama Data	Nilai (Ton)
1	Indonesia	17.190.327,85
2	Filipina	14.931.158,3
3	India	13.317.000
4	Brasil	2.744.418
5	Sri Lanka	2.204.150
6	Vietnam	1.930.182,06
7	Papua Nugini	1.258.149,27
8	Myanmar	1.217.442,41
9	Meksiko	1.119.847,25
10	Thailand	679.232

data 10 negara produsen kelapa terbesar di dunia tahun 2022 menurut Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) perhatikan tabel 1 di bawah ini.

Permintaan akan produk kelapa Indonesia, terutama santan, semakin meningkat karena lebih banyak orang di dunia memilih produk berbasis nabati. Pada tahun 2022, Indonesia mengeksport 97.074-ton santan kelapa senilai USD 156 juta. Dari Januari hingga Juli 2023, ekspor mencapai USD 116,8 juta, naik lebih dari 90% dibandingkan periode yang sama pada tahun 2022 [3]. Tak hanya kebutuhan luar negeri, kebutuhan santan untuk keperluan pangan masyarakat lokal juga meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi Indonesia [4]. Santan berasal dari kelapa parut. Santan didapat dari ekstrak daging buah kelapa tua yang telah diparut, baik dengan penambahan air maupun tanpa air [5]. Tingginya tingkat kebutuhan santan oleh masyarakat lokal membuat permintaan kelapa parut meningkat. Tingginya permintaan kelapa parut oleh masyarakat, baik untuk rumah tangga maupun industri, membuat usaha parut kelapa juga meningkat [6]. Mesin parut kelapa adalah mesin pengolahan kelapa yang digunakan untuk memarut daging kelapa. Sebelum diolah menjadi pangan atau bumbu masak, kelapa terlebih dahulu diparut menggunakan alat pemarut kelapa. Hampir di semua pasar terdapat jasa parut kelapa, sehingga kebutuhan alat parut kelapa penting untuk menunjang usaha [7].

Telkom University juga memiliki satu bentuk mesin parut kelapa yang sama yang menggunakan tenaga 1 HP. Pada proses pemarutannya, mesin parut ini menggunakan parutan yang dapat memarut kelapa dengan hasil parutan yang kasar. Namun, pada proses ini, mesin parut memiliki kekurangan, yaitu pada hasil parut dan santan. Hasil parut dan santan pada mesin ini memiliki reduksi yang cukup besar, yaitu 56,25% dari 4 kg berat daging kelapa yang telah diparut,

Table 2. Komposisi Dari Bagian Buah Kelapa

No	Daging buah	Jumlah berat (%)
1	Sabut	35
2	Tempurung	12
3	Daging Buah	28
4	Air Buah	25

sehingga dengan reduksi yang cukup besar ini mengurangi produktivitas santan. Pada [8] dikatakan bahwa satu butir kelapa besar dapat mengandung 200 mililiter (0,2 kg) santan kental dan 500 mililiter (0,5 kg) santan encer. Santan kental diperoleh dari penambahan 500 mililiter air untuk memeras 1-kilogram kelapa parut yang sudah tua. Perasan pertama dari kelapa parut dapat digunakan langsung sebagai santan kental [9]. Pada percobaan mesin parut eksisting Telkom University menggunakan 10 kelapa tua dengan total berat 4 kg daging kelapa dan penambahan 500 ml air yang menghasilkan santan kental, didapatkan hasil santan sebesar 1,75 kg atau 0,175 kg santan per butir kelapa. Pada percobaan ini, jika dibandingkan dengan hasil idealnya, yaitu 1 kelapa menghasilkan 0,2 kg, maka terdapat reduksi atau waste pada setiap butir kelapa sebesar 12% dari berat 1 kg daging kelapa. Pada percobaan mesin eksisting Telkom University, jika ditotalkan dari 10 kelapa tua dengan berat 4 kg yang menghasilkan santan sebesar 1,75 kg, didapatkan reduksi total sebesar 56,25%. Hasil tersebut lebih besar dibandingkan dengan yang sudah ada di pasaran, sehingga dikatakan kurang optimal. Maka, untuk mendapatkan nilai reduksi yang layak di pasaran, diperlukan pengurangan reduksi santan kelapa pada mesin eksisting.

Pada penelitian ini gigi parutan kelapa akan dimodifikasi agar dapat meminimalisir hasil reduksi santan. Setelah dilakukan observasi dan pengujian langsung pada mesin parut eksisting Telkom University didapatkan data berupa hasil parutan dan santan kelapa sebagai berikut.

1. Hasil parutan kelapa sebanyak 5 buah untuk kelapa yang belum dikupas kulitnya setara 2,05 kg menghasilkan 1.95 kg parutan kelapa bersih.
2. Hasil parutan kelapa sebanyak 5 buah kelapa untuk kelapa yang sudah dikupas kulitnya setara 1,95 kg menghasilkan 1.75 kg parutan kelapa kotor.
3. Dari total 10 kelapa dengan berat 4 kg menghasilkan santan dengan total 1,75 kg, dengan reduksi sebesar 56,25%.

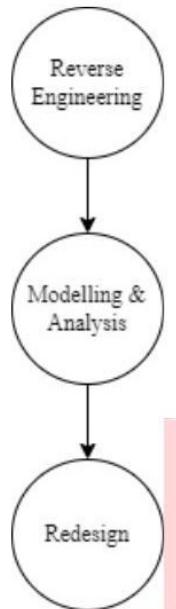
## Tinjauan Pustaka

### Kelapa

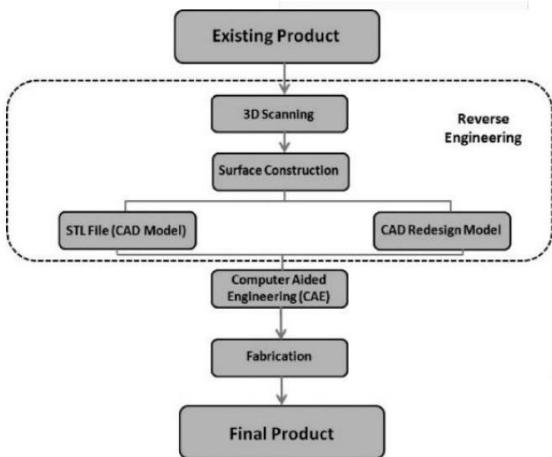
Kelapa, *Cocos nucifera* L. (famili Arecaceae), adalah jenis tanaman yang dapat tumbuh di daerah tropis dan paling banyak ditemukan di daerah pantai. Tanaman ini dapat beradaptasi dengan berbagai jenis tanah dan iklim, tahan terhadap iklim ekstrem, serta tidak membutuhkan perawatan khusus. Kelapa dapat menghasilkan buah secara konsisten dari usia empat atau tujuh tahun hingga enam puluh tahun, dan merupakan salah satu buah terbesar di dunia [10]. Kelapa dikenal sebagai "pohon kehidupan" karena manfaatnya yang luas [11]. Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa setiap bagian dari kelapa telah dimanfaatkan secara ekonomi; mulai dari akar hingga daun, semuanya memiliki manfaat untuk ditawarkan [12].

### Reverse Engineering

Reverse Engineering adalah teknik untuk membuat desain produk baru yang dimodifikasi dari produk yang sudah ada. Dengan kata lain,

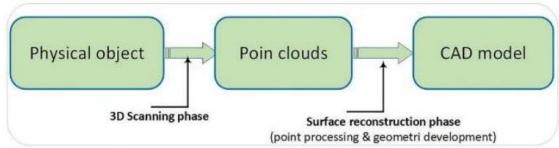


Gambar 3. Tahapan Reverse Engineering



Gambar 4. Reverse Engineering Pada 3d Scanner

teknik ini menggabungkan berbagai analisis dari aspek-aspek tertentu untuk menghasilkan desain produk baru yang lebih baik dibandingkan dengan produk sebelumnya [13]. Berdasarkan [14] metode *reverse engineering* dan *redesign* terdiri dari tiga tahapan ditampilkan pada gambar 3 berikut ini. Rekayasa maju tradisional menggunakan ide-ide logis dan matematis, kemudian mengubahnya menjadi produk atau sistem fisik. Konsep Rekayasa Terbalik (*Reverse Engineering*, RE) yang dapat dilihat pada gambar 4 adalah kebalikan dari konsep tersebut, yaitu dari produk atau sistem fisik ke model digital yang dapat diubah menjadi file desain berbantuan komputer (CAD). Teknik ini telah berkembang dari pengukuran manual ke penggunaan teknologi pemindaian 3D. Untuk kebutuhan RE, pemindaian 3D adalah yang paling cocok untuk komponen dengan geometri kompleks dan permukaan berbentuk bebas yang sulit diukur secara manual, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5. Dalam beberapa situasi, produk fisik mungkin tidak memiliki detail atau data teknis apa pun, sehingga memungkinkan RE untuk menduplikasi produk, mempelajari fiturnya, atau memperoleh model yang sudah jadi [15].



Gambar 5. Pemindaian 3d Pada Reverse Engineering



Gambar 6. 3d Scanner Untuk Berbagai Bidang Industri

### 3D Scanner

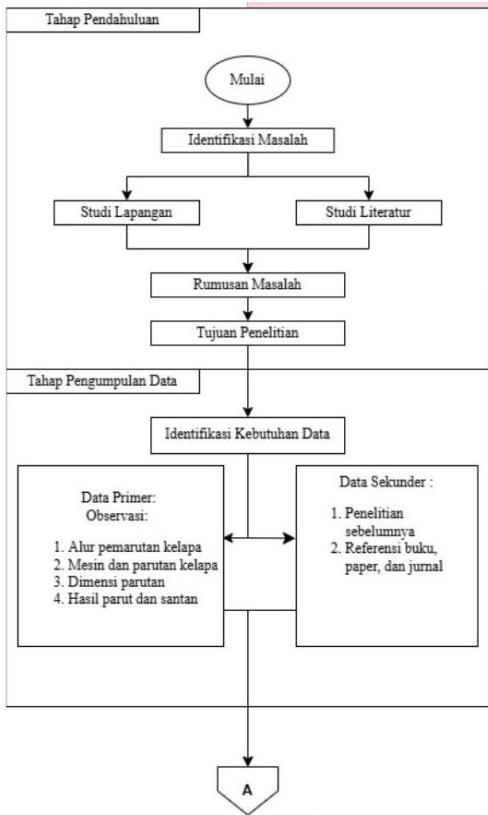
Pemindaian 3D adalah perangkat digital non-kontak dan non-destructif yang menangkap gambar dengan akurat menggunakan garis cahaya atau laser. Bentuk objek fisik diubah menjadi data CAD, yang menghasilkan *point cloud* atau sekumpulan titik data dalam sistem koordinat yang menggambarkan ukuran dan bentuk objek fisik dengan tepat. Situasi ini telah berkembang secara signifikan, dan dunia pemindaian 3D yang terus berkembang memengaruhi banyak sektor. Pemindaian 3D dapat mengumpulkan informasi tentang tinggi, lebar, dan kedalaman objek [16]. Pemindaian 3D adalah metode pengumpulan data yang cepat dan tepat untuk objek fisik yang sangat kompleks dengan detail permukaan yang baik. Data *point cloud* yang dibuat dari pemindaian 3D digunakan dengan bantuan perangkat lunak khusus untuk membangun model 3D CAD produk geometri dan menggunakan *point cloud* untuk meningkatkan kinerja produk serta optimasi desain [17], sebagaimana ditampilkan pada gambar 6 berikut.

### Vxelement

*Vxelements* adalah alat yang mendukung seluruh rangkaian teknologi pemindaian dan pengukuran 3D. *Vxelements* menggabungkan semua fungsi yang diperlukan, mulai dari akuisisi data hingga perangkat lunak CAD. *Vxelements* digunakan untuk mengkalibrasi dan memindai koordinat target, menyimpan koordinat setelah pemindaian, dan untuk memindai permukaan setelah memindai objek secara keseluruhan. Permukaan yang dioptimalkan disimpan, dan data deformasi dari titik yang diukur dikumpulkan [18].

### Solid Edge

Dengan teknologi *Synchronous*, *Solid Edge* mendefinisikan ulang aturan pemodelan 3D dan menggunakan kecepatan serta fleksibilitas pemodelan dengan kontrol desain yang memiliki dimensi yang



**Gambar 7.** Sistematika Perancangan Penelitian

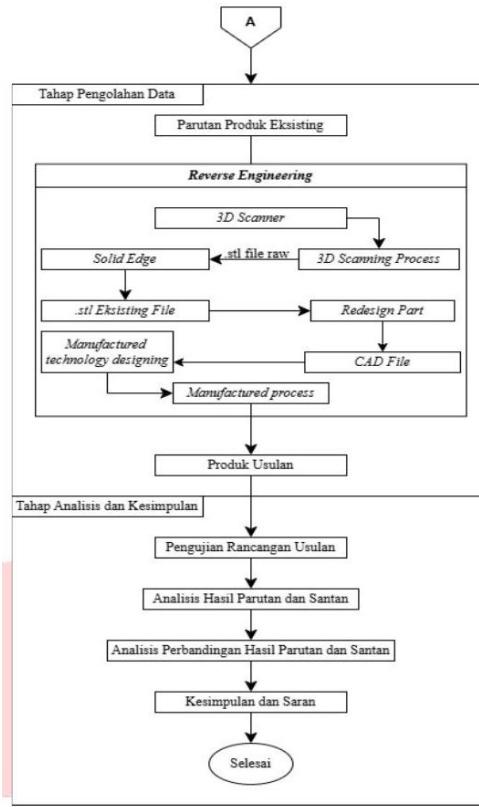
tepat, sehingga menghasilkan peningkatan produktivitas yang signifikan dibandingkan dengan metode tradisional. Dalam *Solid Edge*, lingkungan pemodelan *Synchronous* dan tradisional (sekarang disebut *Ordered*) digabungkan ke dalam satu lingkungan pemodelan. Dengan demikian, tidak diperlukan dua lingkungan terpisah untuk bekerja dengan teknologi pemodelan *Synchronous* dan tradisional. Fitur yang paling menarik adalah kemampuan untuk beralih antara lingkungan *Synchronous Part* dan *Ordered Part* serta mengubah fitur *Ordered* tertentu menjadi fitur *Synchronous* [19].

## **Autodesk Fusion**

Autodesk Fusion 360 adalah perangkat lunak CAD (Computer-Aided Design), CAM (Computer-Aided Manufacturing), dan CAE (Computer-Aided Engineering) yang dikembangkan oleh Autodesk. Fusion 360 dirancang untuk menyediakan solusi terpadu untuk proses desain, teknik, dan manufaktur, menjadikannya alat yang serbaguna bagi para desainer, insinyur, dan produsen. Perangkat lunak Autodesk Fusion 360 (lisensi pendidikan) digunakan untuk menghasilkan karya desain generative [20].

## Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini terdapat 4 tahapan utama yaitu; Tahap pendahuluan, Tahap pengumpulan data, Tahap pengolahan data, Tahap analisis hingga Simpulan. Pada gambar 7 dan gambar 8 berikut merupakan sistematika perancangan penelitian ini.



**Gambar 8. Sistematika Perancangan Penelitian**

## Tahap Pendahuluan

Pada tahap awal, pengamatan dan analisis dilakukan mengenai mesin parut kelapa dan bagian parutannya. Pengamatan dilakukan dengan melihat studi sebelumnya mengenai parutan kelapa serta melakukan observasi langsung. Data yang dikumpulkan dari studi sebelumnya tentang parutan kelapa dan kondisi parutan kelapa saat ini (existing) disusun dan dibentuk menjadi rumusan masalah untuk mencapai tujuan penelitian ini.

## 1. Studi Lapangan

Tujuan melakukan studi lapangan adalah untuk mengidentifikasi masalah pada parutan kelapa di mesin parut kelapa dengan mengkaji komponen yang diperlukan dan berpatokan pada desain parut yang sudah ada. Objek yang dijadikan acuan atau mesin eksisting adalah mesin parut kelapa yang sudah ada di Laboratorium Telkom University.

## 2. Studi Literatur

Mengumpulkan referensi dari penelitian sebelumnya yang telah mengkaji terkait parutan kelapa, seperti bentuk gigi parutan, ukuran, posisi, jarak, hingga susunan gigi parutan kelapa. Referensi lain yang mendukung, seperti proses *3D scanner*, juga dikumpulkan dan dirangkum menjadi satu.

### 3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana menciptakan desain parutan kelapa yang dapat mengurangi reduksi santan agar hasil lebih optimal.

#### 4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang ulang desain parutan kelapa pada mesin parut menggunakan metode *reverse engineering* agar hasil parutan dan santan lebih optimal.

**Table 3.** Hasil Parut Parutan Eksisting

No	Kelapa	Berat 5 Kelapa (Tanpa air / kg)	Hasil Parutan (kg)	Gambar
1	Kelapa parut berkulit	2,40 0,45 (Berat Ember) = 1,95 kg  2,50-0,45 = 2,05 kg	2,40 0,45 (Berat Ember) = 1,95 kg	
2	Kelapa parut bersih	2,15-0,2 = 1,95 kg	1.95 0,2 (Berat Nampan) = 1,75 kg	
	Total Berat hasil parut 10 kelapa	4 kg	3, 7 kg	7,5% (Reduksi)

### Tahap Pengumpulan Data

Pengamatan observasi lapangan dilakukan terhadap aspek-aspek yang berkaitan dengan mesin pemarut kelapa. Observasi bertujuan untuk mengetahui serta mendapatkan informasi penting terkait kondisi mesin parut eksisting.

### Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini, peneliti melakukan perancangan model usulan parutan pada mesin parut kelapa yang diharapkan menghasilkan santan yang lebih optimal dibandingkan dengan parutan sebelumnya. Pada tahap ini, peneliti menggunakan bantuan *3D scanner* untuk mendukung proses *reverse engineering*, dimana hasil pemindaian produk berupa desain 3D dari produk eksisting. Desain 3D ini berfungsi untuk mempermudah perancangan ulang atau *redesign*. Dengan adanya desain 3D produk eksisting, peneliti dapat mengekstrak informasi desain sesuai dengan kebutuhan. Dari desain 3D produk juga dapat dianalisis apa yang perlu diperbaiki sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu mengurangi reduksi atau mengoptimalkan hasil santan. Dengan menggunakan *3D scanner*, proses pengolahan data menjadi lebih ringkas, seperti tidak perlu melakukan perancangan ulang keseluruhan desain 3D eksisting. Selanjutnya, dilakukan *redesign* pada objek untuk mencapai hasil penelitian yang diinginkan. Proses desain juga disesuaikan dengan data yang telah didapatkan dari pengukuran dan hasil pengujian parutan kelapa eksisting.

### Tahap Analisis dan Kesimpulan

Pada tahapan ini, selanjutnya akan dilakukan proses pengujian terhadap rancangan usulan yang telah ditetapkan. Percobaan ini meliputi pengujian hasil parutan kelapa dan hasil santan kelapa. Setelah diperoleh hasil pengujian, dilakukan perbandingan antara hasil parutan eksisting dan parutan usulan. Kemudian, ditarik kesimpulan dari hasil pengujian tersebut dan faktor-faktor penyebab perbedaan hasil antara parutan eksisting dan usulan.

## Hasil dan Pembahasan

### Pengujian Parutan Kelapa Eksisting

Berikut merupakan hasil pengujian parutan kelapa eksisting dengan menggunakan 5 kelapa parut bersih dan 5 kelapa parut berkulit.

**Table 4.** Hasil Santan Eksisting

No	Kelapa	Hasil Parutan (Kg)	Hasil santan (Kg)	Gambar
1	Kelapa parut berkulit	2,4024 0,45 (Berat Ember) = 1,95Kg	1,5 0,45 (Berat Ember) = 1,05Kg	
2	Kelapa parut bersih	1.9525 0,2 (Berat Nampan) = 1,75Kg	1,15 0,45 (Berat Ember) = 0.7Kg	
	Total Berat santan dengan 10 kelapa	3, 70Kg	1, 75Kg	52,70% (Reduksi)

### 1. Hasil Parut Parutan Eksisting

Pada tabel 3 di atas terdapat dua jenis kelapa yang dilakukan uji coba, yaitu kelapa dengan kulit dan kelapa tanpa kulit. Berat kelapa dengan kulit adalah 2,05 kg; setelah diparut, didapatkan hasil parutan sebesar 1,95 kg. Berat kelapa tanpa kulit adalah 1,95 kg; setelah diparut, didapatkan hasil parutan sebesar 1,75 kg. Jika ditotalkan, berat total 10 kelapa (daging) adalah 4 kg. Dari 4 kg ini, didapatkan hasil parutan kelapa sebesar 3,7 kg, yang mengalami reduksi parutan sebesar 7,5% dari berat kelapa sebelum diparut.

### 2. Hasil Santan Parutan Baru

Pada tabel 4 di atas terdapat dua jenis kelapa yang dilakukan uji coba, yaitu kelapa dengan kulit dan kelapa tanpa kulit. Berat kelapa dengan kulit setelah diparut adalah 1,95 kg; setelah diperas, didapatkan hasil perasan santan sebesar 1,05 kg. Berat kelapa tanpa kulit setelah diparut adalah 1,75 kg; setelah diperas, didapatkan hasil perasan santan sebesar 0,70 kg. Jika ditotalkan, berat total 10 kelapa setelah diparut adalah 3,7 kg. Dari 3,7 kg ini, didapatkan hasil santan kelapa sebesar 1,75 kg, yang mengalami reduksi parutan sebesar 52,70% dari berat kelapa setelah diparut.

### Perancangan Alat

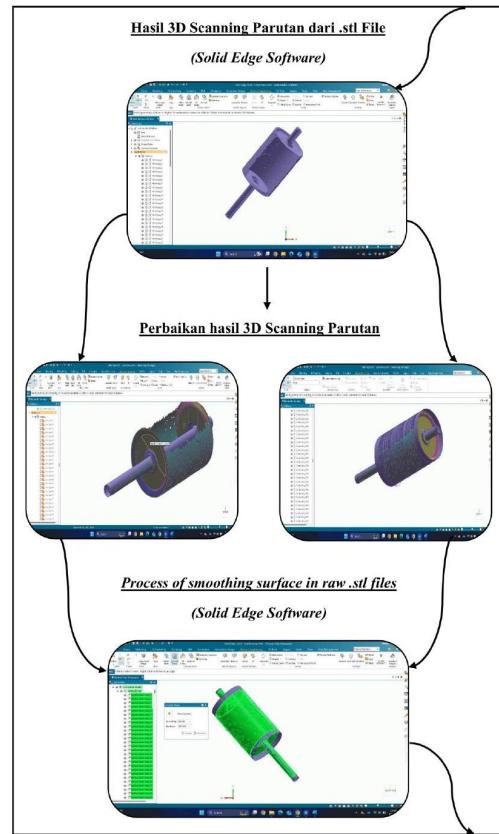
Pada gambar 9 ditampilkan alur proses 3D scanning, dilanjutkan hingga proses *Finishing of point cloud* pada gambar 10. Setelah dilakukan proses smooth surface, hasil file .stl dapat dilihat berupa design 3D dari produk eksisting (gambar 11), sehingga dapat diamati secara langsung bentuk 3D produk dan mempermudah dalam menganalisis bagian apa saja yang perlu dilakukan perubahan tanpa melakukan pendesainan ulang 3D eksisting (gambar 12). Melalui file hasil .stl ini, selanjutnya dilakukan proses *redesigning product* dengan menggunakan aplikasi *Autodesk Fusion* (gambar 13).

### Redesigning Part

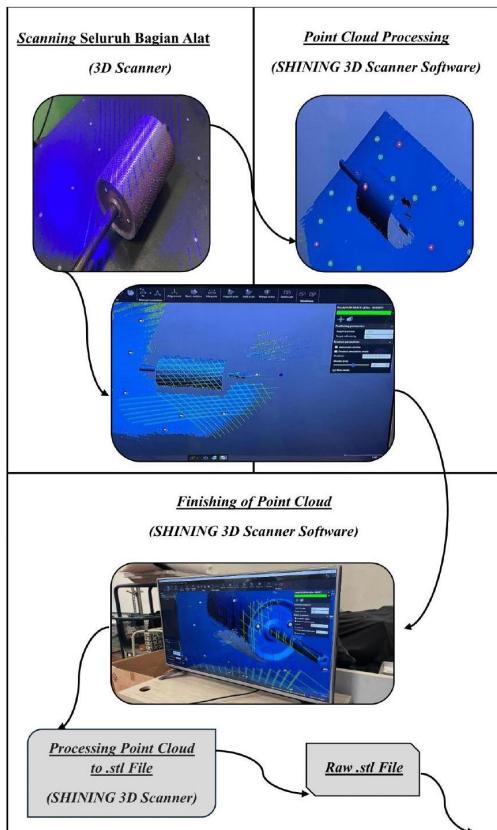
Proses pendesainan ulang dilakukan dengan menggunakan *Autodesk Fusion*. Pada proses ini, desain yang telah diperoleh dari hasil *Solid Edge* digunakan sebagai acuan dalam memodifikasi ulang produk eksisting. Dalam pendesainan ulang ini, hasil dari desain *Solid Edge* yang didapatkan dari proses pemindaian hanya diambil bentuk *surface*-nya saja, karena hasil dari *3D scanner* yang telah dilakukan kurang valid untuk detail bentuk dan ukuran produk. Untuk bagian dimensi, dilakukan proses penyesuaian kembali dengan ukuran produk yang telah diukur menggunakan *micrometer* (tabel 5). Selanjutnya, modifikasi dilakukan untuk mendapatkan tekstur parutan yang halus. Tekstur parutan yang halus membantu mengoptimalkan perasan santan pada kelapa. Untuk menghasilkan tekstur yang halus, perlu ada perubahan



Gambar 9. 3D scanning process



Gambar 11. Hasil 3D scanning parutan



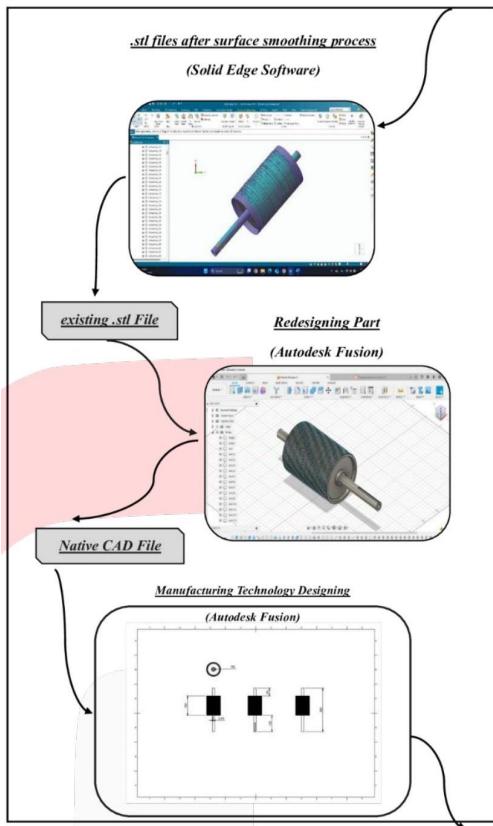
Gambar 10. Finishing of point cloud

Table 5. Spesifikasi Lengkap Parutan Eksisting

No	Bagian	Keterangan
1	Tinggi Gigi Parutan	2 mm
2	Lebar Gigi Parutan	2 mm
3	Jarak Antar Gigi Parutan	5 mm
4	Bentuk parutan	Silinder
5	Pola Susunan	Silinder

memiliki 2 space besar

pada ukuran gigi parutan dan pola susunan. Pada tabel 6 merupakan beberapa referensi terkait ukuran gigi parut halus. Berdasarkan referensi tersebut maka didapatkan ukuran gigi parutan terbaru pada tabel 7, yaitu; Pada tabel 8 terlihat terdapat perubahan ukuran tinggi dari parutan eksisting sebelumnya, yaitu 0,5 mm menjadi semakin kecil, kemudian lebar gigi menjadi 0,5 mm semakin besar, dan jarak antar gigi semakin kecil menjadi 1,5 mm. Perubahan tinggi gigi parutan, yang semakin pendek, akan menghasilkan sayatan yang lebih halus



Gambar 12. .stl files after surface smoothing process

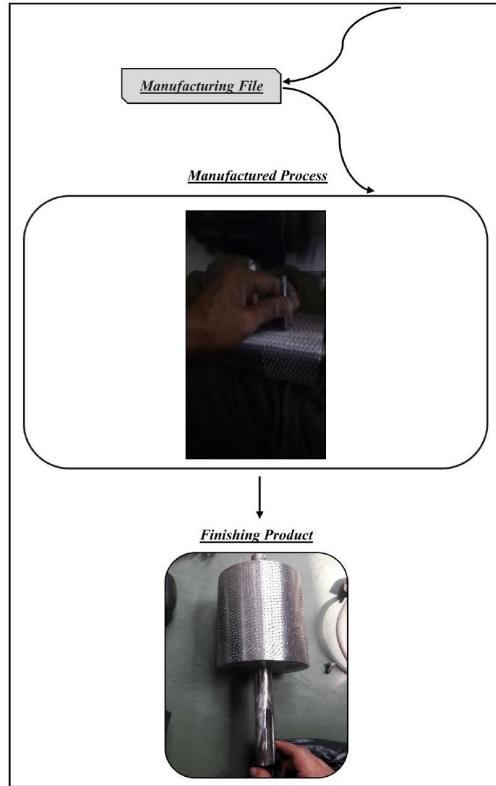
Table 6. Referensi Ukuran Gigi Parut

No	Referensi	Jarak antar gigi	Panjang	Kerapatan
1	[21]	5 mm	0,5 mm	3 mm
2	[22]	5 mm	1 mm	3 mm

Table 7. Spesifikasi Lengkap Parutan Usulan

No	Bagian	Ukuran (mm)
1	Tinggi Gigi Parutan	1,5 mm
2	Lebar Gigi Parutan	2,5 mm
3	Jarak Antar Gigi Parutan	3,5 mm
4	Bentuk parutan	Silinder
5	Pola Susunan	full space

karena akan sedikit daging kelapa yang terambil dalam satu kali parutan. Perubahan lebar gigi parutan dilakukan agar menghasilkan parutan yang lebih pendek dan padat untuk mengoptimalkan perasan santan. Perubahan jarak antar gigi yang semakin sempit dilakukan untuk mendapatkan sayatan yang lebih banyak dan kecil dalam satu kali putaran serta meminimalisir reduksi parutan kelapa yang tersangkut perhatikan gamabar 14.



Gambar 13. Manufacturing file



Gambar 14. Finishing Product

Table 8. Spesifikasi Produk Usulan

Keterangan	Nilai
Berat	2 kg
Diameter	15,5 cm
Tinggi Gigi	1,5 mm
Lebar Gigi	2,5 mm
Jarak antar Gigi	3,5 mm

#### Pengujian Parutan Kelapa Usulan

##### 1. Hasil Parut Parutan Baru

Pada tabel 9 di atas terdapat dua jenis kelapa yang dilakukan uji coba, yaitu kelapa dengan kulit dan kelapa tanpa kulit. Berat kelapa dengan kulit adalah 1,6 kg, setelah diparut didapatkan hasil

**Table 9.** Hasil Parut Parutan Usulan

No	Kelapa	Berat 5 Kelapa (Tanpa air / kg)	Hasil Parutan (kg)	Gambar
1	Kelapa parut berkulit	 1,7-0,1= 1,6 kg	1,6-0,1 (Wadah Merah) = 1,5 kg	
2	Kelapa parut bersih	 1,4 kg	1.9-0,6 (Berat wadah Rice Cooker) = 1,3 kg	
	Total Berat hasil parut 10 kelapa	3 kg	2,80 kg	6,66 % (Reduksi)

**Table 10.** Hasil Santan Parutan Usulan

No	Kelapa	Hasil Parutan (kg)	Hasil santan (kg)	Gambar
1	Kelapa parut berkulit	1,6-0,1 (Wadah Merah) =1,5 kg	1,8,0,45 (Berat Ember) =1,35 kg	
2	Kelapa parut bersih	1.9-0,6 (Berat wadah Rice Cooker) =1,3kg	0,9-0,1 (Berat Ember) =0,8 kg	
	Total Berat santan dengan 10 kelapa	2,80 kg	2,15 kg	23,21% (Reduksi)

parutan sebesar 1,5 kg. Berat kelapa tanpa kulit adalah 1,4 kg, setelah diparut didapatkan hasil parutan sebesar 1,3 kg. Jika ditotalkan, didapatkan berat total 10 kelapa (daging) adalah 3 kg. Dari 3 kg tersebut, didapatkan hasil parutan kelapa sebesar 2,8 kg, yang mengalami reduksi parutan sebesar 6,66% dari berat kelapa sebelum diparut.

## 2. Hasil Santan Parutan Baru

Pada tabel 10 di atas terdapat dua jenis kelapa yang dilakukan uji coba, yaitu kelapa dengan kulit dan kelapa tanpa kulit. Berat kelapa dengan kulit setelah diparut adalah 1,5 kg. Setelah diperas, didapatkan hasil perasan santan sebesar 1,35 kg. Berat kelapa tanpa kulit setelah diparut adalah 1,3 kg. Setelah diperas, didapatkan hasil perasan santan sebesar 0,80 kg. Jika ditotalkan, didapatkan berat total 10 kelapa setelah diparut adalah 2,80 kg. Dari 2,8 kg tersebut, didapatkan hasil santan kelapa sebesar 2,15 kg, yang mengalami reduksi parutan sebesar 23,21% dari berat kelapa setelah diparut.

**Table 11.** Perbandingan Hasil Pengujian

Kelapa	Keterangan	Parutan Eksisting	Parutan Usulan
Kelapa dengan kulit	Berat Kelapa	2,05 kg	1,6 kg
	Jumlah Parutan	1,95 kg	1,5 kg
	Reduksi parut	0,1 kg	0,1 kg
	Jumlah Santan	1,05 kg	1,35 kg
	Reduksi Total	0,9 kg (1,95-1,05)	0,15 kg (1,5-1,35)
	Berat Kelapa	1,95 kg	1,4 kg
Kelapa tanpa kulit	Jumlah Parutan	1,75 kg	1,3 kg
	Reduksi parut	0,2 kg	0,1 kg
	Jumlah Santan	0,7 kg	0,8 kg
	Reduksi Total	1,05 kg (1,75-0,7)	0,5 kg (1,3-0,8)

Berdasarkan data pada tabel 11 di atas, dapat dilihat bahwa parutan eksisting menghasilkan santan dengan reduksi sebesar 2,25 kg(2,05 + 1,95) – (1,05 + 0,7) atau setara dengan 56,25% dari total berat 10 kelapa (4 kg).

Sementara itu, parutan usulan menghasilkan santan dengan reduksi sebesar 0,85 kg(1,6 + 1,4) – (1,35 + 0,8) atau setara dengan 28,33% dari total 10 kelapa (3 kg).

Dengan demikian, terdapat perbedaan reduksi pada parutan eksisting dan parutan usulan sebesar 27,92%, di mana parutan usulan memiliki reduksi 27,92% lebih sedikit dibandingkan dengan parutan eksisting.

## Kesimpulan

Berdasarkan perancangan parutan kelapa dengan menggunakan metode *reverse engineering*, diperoleh hasil dan kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian. Parutan kelapa dari mesin parut eksisting yang telah dirancang menghasilkan data sebagai berikut: spesifikasi gigi parutan didapatkan dengan tinggi 1,5 mm, lebar 2,5 mm, dan jarak antar gigi 3,5 mm. Setelah melakukan pengujian pada 10 kelapa, dengan 5 jenis kelapa berkulit dan 5 jenis kelapa tanpa kulit, didapatkan hasil perbedaan reduksi antara parutan eksisting dan parutan usulan sebesar 27,92%, di mana parutan usulan memiliki reduksi 27,92% lebih sedikit dibandingkan dengan parutan eksisting. Dengan demikian, disimpulkan bahwa perbedaan hasil reduksi ini menunjukkan bahwa parutan usulan yang telah dirancang dapat mengoptimalkan hasil parut dan santan pada buah kelapa.

## Daftar Pustaka

1. Sutrisno, Permana, Witjahjo. Rancang Bangun Mesin Pemeras Santan Kelapa. Poltek Manufaktur Bangka Belitung. 2023;2(1):240-50.
2. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Outlook Kelapa 2022; 2022.
3. Kedutaan Besar Republik Indonesia di Tripoli. Meningkatnya Popularitas dan Potensi Ekspor Santan Kelapa; 2024. Accessed: Aug. 01, 2024. Available from: <https://www.kemlu.go.id/tripoli/id/news/29594/meningkatnya-popularitas-dan-potensi-ekspor-santankelapa>.
4. Lerebulana C, Fatimah F, Pontoh J. Rendemen dan Total Fenolik Santan Kelapa Dalam pada Berbagai Tingkat Kematangan. Rendemen dan Total Fenolik Santan Kelapa Dalam Pada Berbagai

- Tingkat Kematangan. 2018;7:44-6. Accessed: Aug. 01, 2024. Available from: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jmuo/article/download/19283/18837/38994>.
5. Sandra S, Susilo B, Alfian RN, Choirunnisa NI. Pengaruh Suhu Penyimpanan Daging Buah Kelapa (*Cocos nucifera L.*) terhadap Karakteristik Kimia Santan Kelapa. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 2023 Mar;11(1):125-34.
  6. Nasution A. Perbaikan Alat Parutan Kelapa dengan Menggunakan Metode Design For Manufacture and Assembly (DFMA). *Energy & Engineering*. 2022;5(2):583-9.
  7. Manane ME, Pulo Mangesa D, Riwu BDN. Modifikasi Alat Pemarut Kelapa Sistem Mekanis dengan Mata Pisau Setengah Lingkaran. *LJTMU*. 2021;8(2):35-40. Available from: <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/LJTMU>.
  8. Winneke O. Siapkan Santan Segar dengan Cara Ini Agar Masakan Lebih Gurih Alami; 2024. Accessed: Sep. 04, 2024. Available from: <https://food.detik.com/info-kuliner/d-4020897/siapkan-santan-segar-dengan-cara-ini-agar-masakan-lebih-gurihalami>.
  9. Kompas. Cara Membuat Santan Kental, Sedang, dan Encer untuk Masakan; 2021. Accessed: Sep. 04, 2024. Available from: <https://www.kompas.com/food/read/2021/05/19/161600475/cara-membuat-santan-kental-sedang-dan-encer-untuk-masakan>.
  10. Prades A, Salum UN, Pioch D. New Era for the Coconut Sector: What Prospects for Research? *OCL - Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*. 2016;23(6):4-7.
  11. Gefalro K, Widayanti A, Nanda A. Pengaruh Proses Pembekuan Daging Kelapa (*Cocos nucifera L.*) Terhadap Karakteristik Produk Kelapa Parut Kering Effect Of Freezing Coconut (*Cocos nucifera L.*) Meat on The Desiccated Coconut Characteristics. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 2023;11(2):168-75.
  12. Nayar R. The Coconut Palm (*Cocos nucifera L.*) Research and Development Perspectives; 2023.
  13. Permana AI, Kusnayat A, et al. Perancangan Mesin Hybrid Pengolah Kelapa Menggunakan Metode Reverse Engineering. *eProceeding of Engineering*. 2020;7(1):1838-45. [Online]. Available from: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/11899>.
  14. Otto KN, Wood KL. Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology. *Research in Engineering Design - Theory, Applications, and Concurrent Engineering*. 1998;10(4):226-43.
  15. Helle RH, Lemu HG. A case study on use of 3D scanning for reverse engineering and quality control. In: *Materials Today: Proceedings*. Elsevier Ltd; 2021. p. 5255-62.
  16. Haleem A, et al. Exploring the potential of 3D scanning in Industry 4.0: An overview. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*. 2022 Jun;3:161-71.
  17. Javaid M, Haleem A, Singh RP, Suman R. Industrial perspectives of 3D scanning: Features, roles and it's analytical applications. *Sensors International*. 2021 Jan;2.
  18. Liu Z, Shao T, Yin L, Liu C. Local structural health monitoring system in aircraft based on fiber Bragg grating array. *Results in Optics*. 2023 May;11.
  19. Tickoo S. Solid Edge 2020 for Designers. 17th ed. Indiana: CAD/CIM Technologies; 2020. Accessed: Aug. 20, 2024. [Online]. Available from: <https://books.google.co.id/books?id=vloFEAAAQBJAJ&lpg=PP1&hl=id&pg=PP2#v=onepage&q&f=false>.
  20. Srivastava J, Kawakami H. Systematic Review of Difference Between Topology Optimization and Generative Design. In: *IFAC-PapersOnLine*. Elsevier B.V.; 2023. p. 6561-8.
  21. Riyadi F, Mahmudi H. Desain Gigi Parut Pada Mesin Pemarut Kelapa dan Pemeras Santan Serbaguna; 2021.
  22. Ramadhan FRK, Fauzi S. Design And Build A Coconut Grater Machine With A Capacity Of 20 Kg/Hour; 2022.