

PERANCANGAN ULANG *DESIGN* PARUTAN KELAPA UNTUK MEMINIMALISIR REDUKSI HASIL SANTAN MENGGUNAKAN METODE *REVERSE ENGINEERING*

1st Hilma Efrina Lorenza
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

hilmaefrinalorenza@student.telkomuni-
versity.ac.id

2nd Sri Martini
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

martini@telkomuniversity.ac.id

3rd Agus Kusnayat
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

guskus@telkomuniversity.ac.id

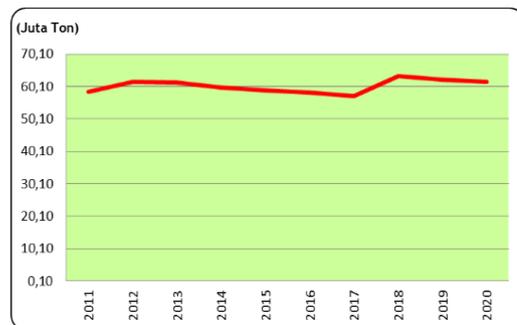
Abstrak — Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat produksi dan produktivitas kelapa tertinggi di dunia. Penggunaan kelapa di Indonesia sering kali digunakan dalam pembuatan santan, baik dalam lingkup rumah tangga, industri kecil, maupun besar. Untuk menghasilkan santan, diperlukan kelapa 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.

Kata Kunci — Kelapa, Gigi Parutan, *Reverse Engineering*, *3D Scanner*, *Solid edge*.

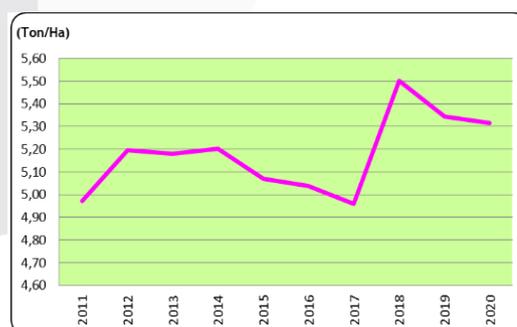
I. PENDAHULUAN

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.



GAMBAR 1
PERKEMBANGAN PRODUKSI KELAPA DUNIA TAHUN 2011-2020
(Sumber: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2022)



GAMBAR 2
PERKEMBANGAN PRODUKTIVITAS KELAPA DUNIA
(Sumber: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2022)

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 data 10 negara produsen kelapa terbesar di dunia tahun 2022 menurut *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO)

TABEL 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

(Sumber: Food & Agriculture Organization of United Nation (FAO) 2022)

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 pamarut 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 pamarutannya, 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, 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%.

II. KAJIAN TEORI

A. 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]. Setiap bagian dari kelapa telah dimanfaatkan secara ekonomi; mulai dari akar hingga daun, semuanya memiliki manfaat untuk ditawarkan [12].

TABEL 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

(Sumber: Buku Teks Bahan Ajar Siswa, Paket Keahlian: Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian, 2013)

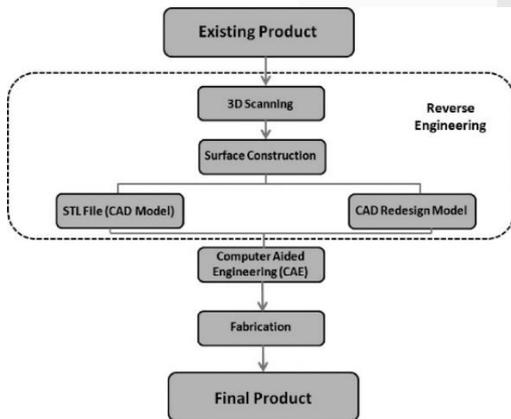
B. Reverse Engineering

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



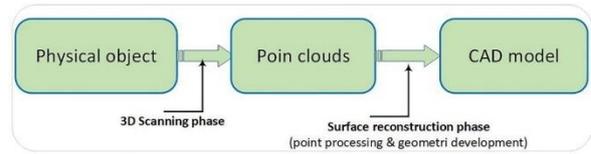
GAMBAR 3
TAHAPAN REVERSE ENGINEERING

Rekayasa maju tradisional menggunakan ide-ide logis dan matematis, kemudian mengubahnya menjadi produk atau sistem fisik. Konsep *Rekayasa Terbalik (Reverse Engineering, RE)* 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. 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 4
REVERSE ENGINEERING PADA 3D SCANNER

(Sumber: Diagram alir proses perancangan produk dengan menggunakan *reverse engineering* [16])



GAMBAR 5
PEMINDAIAN 3D PADA REVERSE ENGINEERING

C. 3D Scanner

Pemindai 3D adalah perangkat digital non-kontak dan non-destruktif 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 [17].

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 [18].



GAMBAR 6
3D SCANNER UNTUK BERBAGAI BIDANG INDUSTRI (Sumber : [18])

D. 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 [19].

E. Solid Edge

Dengan teknologi *Synchronous, Solid Edge* mendefinisikan ulang aturan pemodelan 3D dan

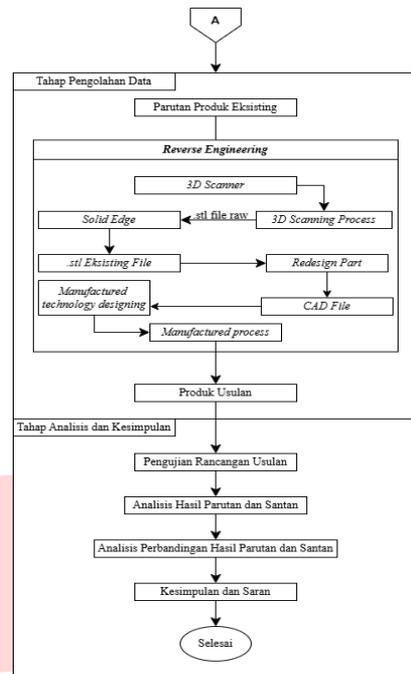
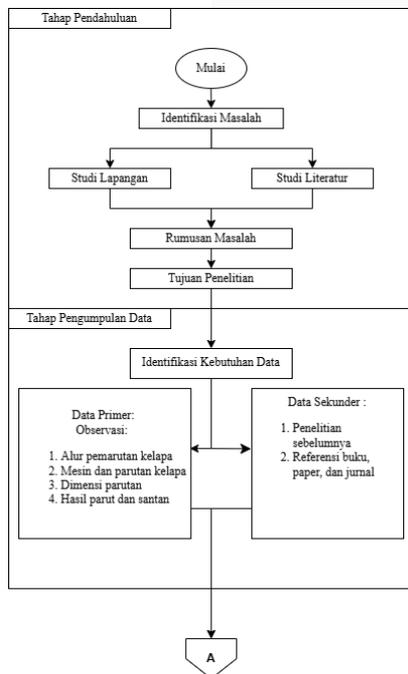
menggunakan kecepatan serta fleksibilitas pemodelan dengan kontrol desain yang memiliki dimensi yang tepat, sehingga menghasilkan peningkatan produktivitas yang signifikan dibandingkan dengan metode tradisional. Dalam *Solid Edge*, lingkungan pemodelan *Synchronous* dan tradisional (sekarang disebut *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* [20].

F. 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 keluaran desain *generative* [21].

III. METODE

Pada penelitian ini terdapat 4 tahapan utama yaitu; Tahap pendahuluan, Tahap pengumpulan data, Tahap pengolahan data, Tahap analisis hingga Simpulan. Berikut merupakan sistematika perancangan penelitian ini.



A. 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 (*eksisting*) 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.

B. Tahap Pengumpulan Data

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

C. 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*, di mana 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*.

D. 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.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Parutan Kelapa Eksisting

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

a. Hasil Parut Parutan Eksisting

TABEL 3
HASIL PARUT PARUTAN EKSISTING

No	Kelapa	Berat 5 Kelapa (Tanpa air / kg)	Hasil Parutan (kg)	Gambar
1	Kelapa parut berkulit	 $2,50 - 0,45 = 2,05 \text{ kg}$	$2,40 - 0,45$ (Berat Ember) = $1,95 \text{ kg}$	

2	Kelapa parut bersih	$2,15 - 0,2 = 1,95 \text{ kg}$	$1,95 - 0,2$ (Berat Nampan) = $1,75 \text{ kg}$	
Total Berat hasil parut 10 kelapa		4 kg	3,7 kg	7,5% (Reduksi)

Pada tabel 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.

b. Hasil Santan Parutan Baru

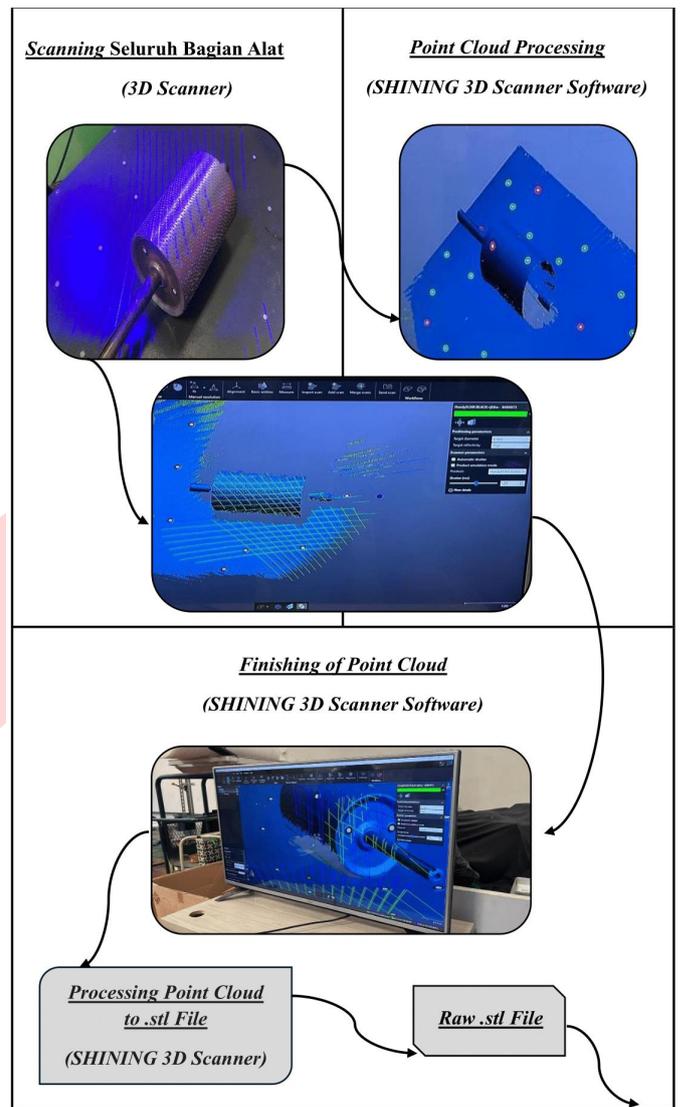
TABEL 4
HASIL SANTAN EKSISTING

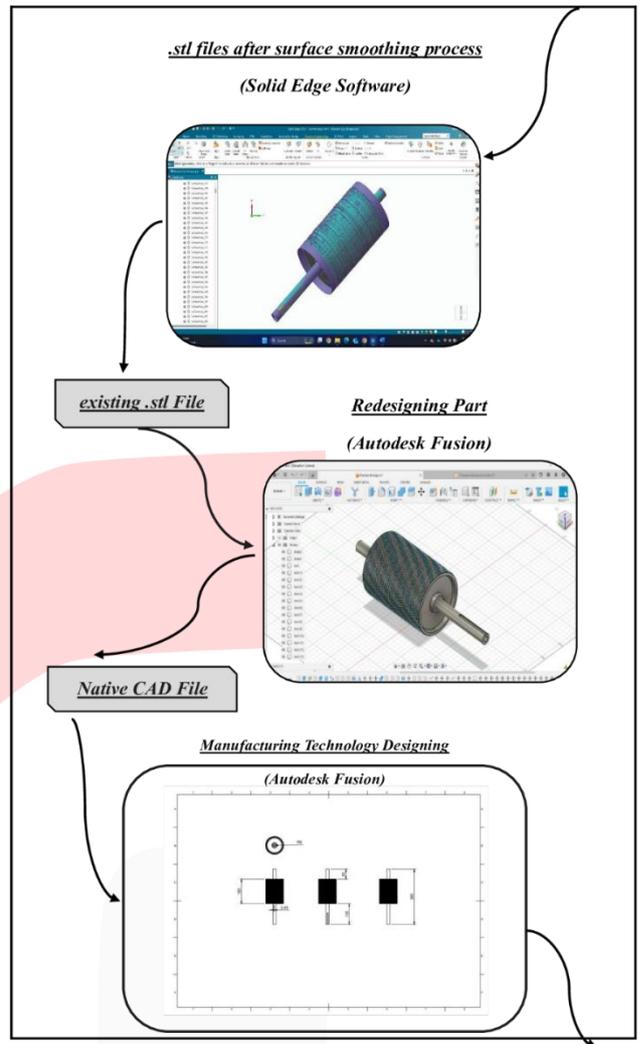
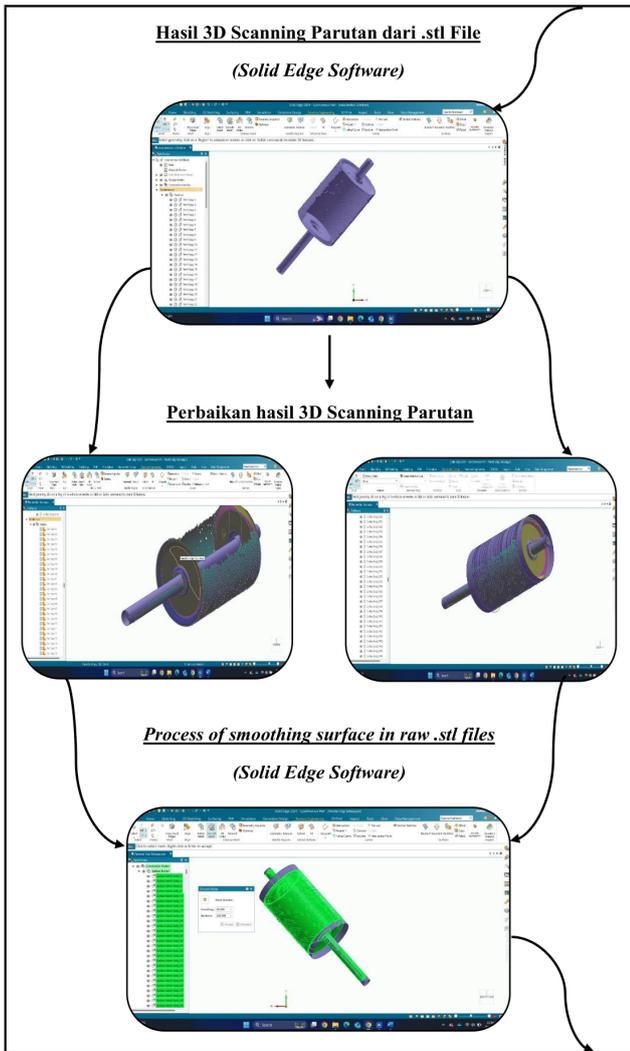
No	Kelapa	Hasil Parutan (Kg)	Hasil santan (Kg)	Gambar
1	Kelapa parut berkulit	$2,4024 - 0,45$ (Berat Ember) = $1,95 \text{ Kg}$	$1,5 - 0,45$ (Berat Ember) = $1,05 \text{ Kg}$	
2	Kelapa parut bersih	$1,9525 - 0,2$ (Berat Nampan) = $1,75 \text{ Kg}$	$1,15 - 0,45$ (Berat Ember) = $0,7 \text{ Kg}$	
Total Berat santan dengan 10 kelapa		3,70 Kg	1,75 Kg	52,70% (Reduksi)

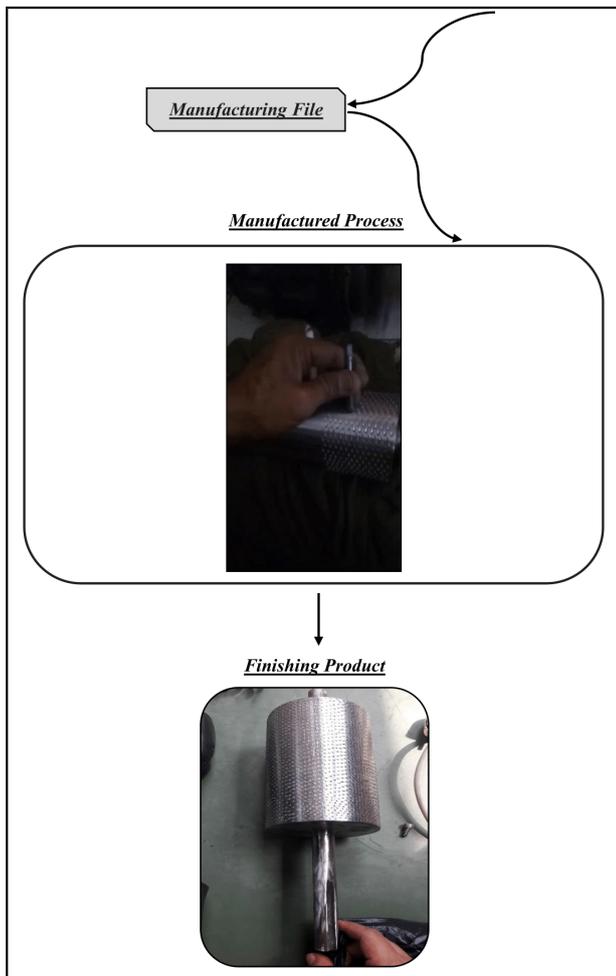
Pada tabel di atas terdapat dua jenis kelapa yang dilakukan uji coba, yaitu kelapa dengan kulit dan kelapa tanpa kulit. Berat kelapa dengan kulit setelah diparut adalah 1,95 kg; setelah diperas, didapatkan hasil perasan santan sebesar 1,05 kg. Berat kelapa tanpa kulit setelah diparut adalah 1,75 kg; 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.

B. Perancangan Alat

Proses *Reverse Engineering* Parutan Kelapa







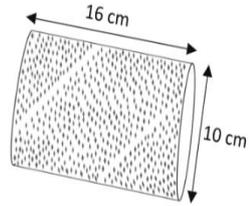
Setelah dilakukan proses *smooth surface*, hasil file *.stl* dapat dilihat berupa *design 3D* dari produk *eksisting*, sehingga dapat diamati secara langsung bentuk *3D* produk dan mempermudah dalam menganalisis bagian apa saja yang perlu dilakukan perubahan tanpa melakukan pendesainan ulang *3D eksisting*. Melalui file hasil *.stl* ini, selanjutnya dilakukan proses *redesigning product* dengan menggunakan aplikasi *Autodesk Fusion*.

C. 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
SPESIFIKASI LENGKAP PARUTAN EKSTING

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	 memiliki 2 space besar

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 pada ukuran gigi parutan dan pola susunan. Berikut merupakan beberapa referensi terkait ukuran gigi parut halus.

TABEL 6
REFERENSI UKURAN GIGI PARUT

No	Referensi	Jarak antar gigi	Panjang	Kerapatan
1	[22]	5 mm	0,5 mm	3 mm
2	[23]	5 mm	1 mm	3 mm

Berdasarkan referensi tersebut maka didapatkan ukuran gigi parutan terbaru, yaitu;

TABEL 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

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 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.



GAMBAR 7
FINISHING PRODUCT

TABEL 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

D. Pengujian Parutan Kelapa Usulan

a. Hasil Parut Parutan Baru

TABEL 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)

Pada tabel 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 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.

b. Hasil Santan Parutan Baru

TABEL 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) = 1,3 kg	0,9-0,1 (Berat Ember) = 0,8 kg	
Total Berat santan dengan 10 kelapa		2,80 kg	2,15 kg	23,21% (Reduksi)

Pada tabel 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 0,8 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.

TABEL 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)
Kelapa tanpa kulit	Berat Kelapa	1,95 kg	1,4 kg
	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 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*.

V. 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.

REFERENSI

- [1] 2023 Sutrisno, Permana, & Witjahjo, "Rancang Bangun Mesin Pemeras Santan Kelapa," *Poltek Manufaktur Bangka Belitung*, vol. 2, no. 1, pp. 240–250, 2023.
- [2] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, *Outlook Kelapa 2022*. 2022.
- [3] L. Kedutaan Besar Republik Indonesia Di Tripoli, "Meningkatnya Popularitas dan Potensi Ekspor Santan Kelapa.," Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia. Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.kemlu.go.id/tripoli/id/news/29594/meningkatnya-popularitas-dan-potensi-ekspor-santan-kelapa>
- [4] C. Lerebulana, Fety Fatimah, and J. Pontoh, "Rendemen Dan Total Fenolik Santan Kelapa Dalam Pada Berbagai Tingkat Kematangan," *Rendemen Dan Total Fenolik Santan Kelapa Dalam Pada Berbagai Tingkat Kematangan*, vol. 7, pp. 44–46, 2018, Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jmuo/article/download/19283/18837/38994>
- [5] S. Sandra, B. Susilo, R. N. Alfian, and N. I. Choirunnisa, "PENGARUH SUHU PENYIMPANAN DAGING BUAH KELAPA (*Cocos nucifera* L.) TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA SANTAN KELAPA," *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, vol. 11, no. 1, pp. 125–134, Mar. 2023, doi: 10.29303/jrpb.v11i1.475.
- [6] Andri Nasution, "Perbaikan Alat Parutan Kelapa dengan Menggunakan Metode Design For Manufacture and Assembly (DFMA)," *Energy & Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 583–589, 2022, doi: 10.32734/ee.v5i2.1623.
- [7] M. E. Manane, D. Pulo Mangesa, and dan B. Defmit N Riwu, "Modifikasi Alat Pamarut Kelapa Sistem Mekanis Dengan Mata Pisau Setengah Lingkaran," vol. 08, no. 02, pp. 35–40, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.undana.ac.id/index.php/LJTMU>
- [8] O. Winneke, "Siapkan Santan Segar dengan Cara Ini Agar Masakan Lebih Gurih Alami." Accessed: Sep. 04, 2024. [Online]. Available: <https://food.detik.com/info-kuliner/d-4020897/siapkan-santan-segar-dengan-cara-ini-agar-masakan-lebih-gurih-alami#:~:text=Untuk%201%20butir%20kelapa%20besar,ukuran%20kelapa%20dan%20kualitas%20kelapanya>.
- [9] Kompas, "Cara Membuat Santan Kental, Sedang, dan Encer untuk Masakan." Accessed: Sep. 04, 2024. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/food/read/2021/05/19/161600475/cara-membuat-santan-kental-sedang-dan-encer-untuk-masakan>
- [10] A. Prades, U. N. Salum, and D. Pioch, "New era for the coconut sector. What prospects for research?," *OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, vol. 23, no. 6, pp. 4–7, 2016, doi: 10.1051/ocl/2016048.
- [11] K. Gefalro, A. Widyasanti, and A. Nanda, "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 Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, vol. 11, no. 2, pp. 168–175, 2023.
- [12] R. Nayar, *The Coconut Palm (Cocos nucifera L.) - Research and Development Perspectives*. 2023. doi: 10.4324/9781003440628-1.
- [13] A. I. Permana, A. Kusnaty, and ..., "Perancangan Mesin Hybrid Pengolah Kelapa Menggunakan Metode Reverse Engineering," *eProceeding of Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 1838–1845, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/11899>
- [14] K. N. Otto and K. L. Wood, "Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology," *Research in Engineering Design - Theory, Applications, and Concurrent Engineering*, vol. 10, no. 4, pp. 226–243, 1998, doi: 10.1007/s001639870003.
- [15] R. H. Helle and H. G. Lemu, "A case study on use of 3D scanning for reverse engineering and quality control," in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2021, pp. 5255–5262. doi: 10.1016/j.matpr.2021.01.828.

- [16] R. H. Helle and H. G. Lemu, "A case study on use of 3D scanning for reverse engineering and quality control," in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2021, pp. 5255–5262. doi: 10.1016/j.matpr.2021.01.828.
- [17] A. Haleem *et al.*, "Exploring the potential of 3D scanning in Industry 4.0: An overview," *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, vol. 3, pp. 161–171, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.ijcce.2022.08.003.
- [18] M. Javaid, A. Haleem, R. Pratap Singh, and R. Suman, "Industrial perspectives of 3D scanning: Features, roles and it's analytical applications," *Sensors International*, vol. 2, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.sintl.2021.100114.
- [19] Z. Liu, T. Shao, L. Yin, and C. Liu, "Local structural health monitoring system in aircraft based on fiber Bragg grating array," *Results in Optics*, vol. 11, May 2023, doi: 10.1016/j.rio.2023.100393.
- [20] Prof. Sham Tickoo, *Solid Edge 2020 for Designers, 17th Edition*, 17th ed. Indiana: CAD/CIM, 2020. Accessed: Aug. 20, 2024. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=vloFEAAAQB-AJ&lpg=PP1&hl=id&pg=PP2#v=onepage&q&f=false>
- [21] J. Srivastava and H. Kawakami, "Systematic Review of Difference Between Topology Optimization and Generative Design," in *IFAC-PapersOnLine*, Elsevier B.V., Jul. 2023, pp. 6561–6568. doi: 10.1016/j.ifacol.2023.10.307.
- [22] F. Riyadi and H. Mahmudi, "Desain Gigi Parut Pada Mesin Pamarut Kelapa dan Pemas Santan Serbaguna," 2021.
- [23] F. Riski Kurnia Ramadhan and S. Fauzi, "Design And Build A Coconut Grater Machine With A Capacity Of 20 Kg/Hour," 2022.