

# Perancangan Pencekam Atas Pada Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa Menggunakan Metode *Reverse Engineering*

Fathurridha Abdi Darmawan  
Teknik Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
fathurridha@student.telkomuniversity.ac.id

Agus Kusnaty, S.T., M.T.  
Teknik Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
guskus@telkomuniversity.ac.id

Dr.Ir.Sri Martini,S.T., M.T.  
Teknik Industri  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
martini@telkomuniversity.ac.id

*Kelapa (Cocos Nucifera L) merupakan salah satu hasil pertanian Indonesia yang cukup potensial. Hampir semua bagian dari kelapa tersebut dapat dimanfaatkan. Maka dirancanglah sebuah mesin pengupas kulit ari kelapa oleh (Pratama, 2021) dengan desain pencekam atas yang terdiri dari Air Cylinder, Shaft pencekam atas dan pin kepala pencekam atas. Penelitian ini dilakukan agar pengupasan dari mesin pengupas kulit ari kelapa menjadi lebih stabil dalam mencekam kelapa pada saat proses pengupasan berlangsung dan menghasilkan kupasan yang lebih bersih dari sebelumnya. Pada perancangan pencekam atas yang didukung oleh sistem Pneumatic Cylinder dalam mesin pengupas kulit ari kelapa yang dirancang menggunakan metode Reverse Engineering, langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan studi lapangan dengan cara mengobservasi secara langsung proses kerja pada objek penelitian untuk memperoleh permasalahan pada mesin eksisting, lalu mengumpulkan data sebagai dasar penyelesaian masalah. Lalu dilakukan investigasi terhadap proses kerja mesin dan dilakukannya dekomposisi produk dan dirancangnya produk usulan, lalu melakukan pengujian dari hasil rancangan tersebut. Hasil pengujian menunjukkan pencekam atas lebih stabil dengan mengganti spesifikasi dari Air Cylinder dan memotong Shaft pencekam atas, cekaman kelapa menjadi lebih kuat dengan menambah pin pada kepala pencekam atas sehingga mesin pengupas kulit ari kelapa berhasil mengupas kelapa 10% lebih bersih.*

*kunci— Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa, Pencekam Atas, Pneumatic Cylinder, Reverse Engineering*

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki banyak pulau dan merupakan negara produsen kelapa utama di dunia. Hampir di semua provinsi di Indonesia dijumpai tanaman kelapa yang pengusahaannya berupa perkebunan rakyat. Hal ini merupakan peluang untuk pengembangan kelapa menjadi aneka produk yang bermanfaat.

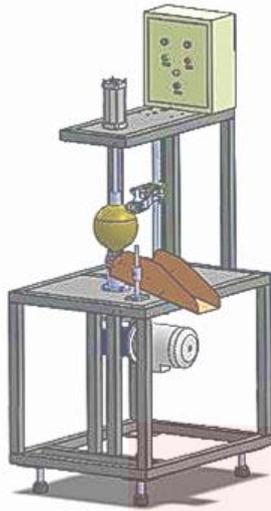


GAMBAR 1

(Jumlah Produktivitas Kelapa)

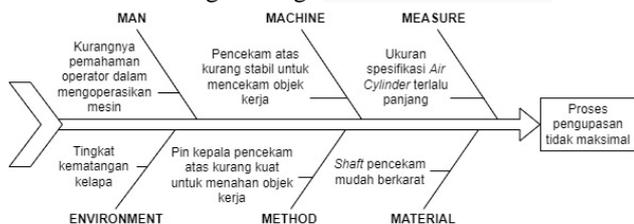
Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia, ada sebanyak 3.361.145 Ha luas areal tanaman kelapa yang berasal dari perkebunan rakyat yang dibudidayakan oleh petani rakyat dengan melibatkan lebih dari 6 juta rumah tangga petani, 26.887 Ha luas areal tanaman kelapa yang berasal dari perkebunan swasta dan 3.962 Ha luas areal tanaman kelapa yang berasal dari perkebunan negara dengan jumlah total luas areal tanaman kelapa sebanyak 3.391.996 Ha di Indonesia. (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2020). Itulah mengapa kelapa disebut sebagai pohon kehidupan atau yang dinamakan dengan Tree of Life karena seluruh bagian kelapa dapat dimanfaatkan.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, terdapat beberapa penelitian yang telah mengembangkan penerapan sistem otomasi pada proses pengupasan kulit ari kelapa (Imam Taufik, 2018). Pada penelitian mesin pengupas kulit ari kelapa sebelumnya yang dilakukan oleh Davy Rhessa Putra Pratama (2021) terdapat keterlambatan dalam proses pengupasan kulit ari kelapa yang tidak maksimal dikarenakan alat pencekam atas untuk mencekam kelapa tidak stabil yang menyebabkan hasil kupasan kulit ari kelapa tidak bersih



GAMBAR 2  
(Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa)

Hal ini sangat merugikan untuk konsumen yang hendak membeli kelapa. Penyebab kejadian ini terjadi karena cekaman tidak cukup kuat untuk menahan kelapa pada saat proses pengupasan berlangsung, serta spesifikasi Air Cylinder yang digunakan juga kurang membantu pencekam atas untuk menghasilkan cekaman yang kuat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang ulang pencekam atas yang digunakan pada mesin pengupas kulit ari kelapa sebelumnya agar hasil kupasan kelapa menghasilkan kupasan yang lebih bersih daripada sebelumnya dengan menggunakan metode Reverse Engineering.



GAMBAR 3  
(FISHBONE)

Berdasarkan GAMBAR 3 diatas, dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab proses pengupasan tidak maksimal pada pencekam atas yang kurang kuat untuk menahan objek kerja.

#### A. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana cara kerja pencekam atas untuk menahan kelapa saat proses mesin pengupas kulit ari kelapa berjalan?
2. Bagaimana rancangan spesifikasi teknis pada perancangan usulan pencekam atas kelapa?
3. Bagaimana hasil keseluruhan mesin pengupas kulit ari kelapa dengan pembandingnya?

#### Tujuan Tugas akhir

Tujuan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Mengurangi resiko kelapa bergeser ketika proses pengupasan kulit ari kelapa dilakukan.

2. Mengidentifikasi pencekam atas yang tepat untuk digunakan.
3. Menghasilkan desain akhir mesin pengupas kulit ari kelapa yang sesuai berdasarkan usulan yang diberikan.

#### B. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang didapat dari hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Dapat memberikan referensi dasar atas mesin semi otomatis.
2. Dengan melakukan penelitian ini peneliti mampu menerapkan ilmu pengetahuan mengenai pengembangan produk pada mesin pengupas kulit ari kelapa

## II. KAJIAN TEORI

### A. Reverse Engineering

Reverse Engineering adalah sebuah prosedur untuk menemukan prinsip-prinsip teknologi dari suatu perangkat, objek, atau sistem dengan cara menganalisis struktur, fungsi, dan operasi perangkat tersebut. Banyak benda yang dapat dianalisis menggunakan metode Reverse Engineering, seperti alat – alat mekanik, komponen elektronik, maupun program perangkat lunak. Reverse Engineering dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi sistematis dari suatu produk dengan tujuan replikasi atau pembuatan model baru karena bagian yang rusak umumnya terlalu mahal untuk mengganti, atau tidak lagi tersedia. Sistem komputerisasi berbasis teknologi digital pendukung proses rekayasa dan pengembangan produk seperti halnya CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacturing), CAE (Computer Aided Engineering) yang sangat membantu sekali sehingga didapatkan produk yang berkualitas tinggi. Perkembangan perangkat keras hardware dan perangkat lunak software semakin maju sehingga mempermudah dalam proses Manufacturing.

### B. Pneumatic Cylinder

Pneumatic Cylinder atau disebut juga Air Cylinder adalah perangkat mekanis bertekanan udara yang terkompresi untuk menghasilkan kekuatan dalam gerakan secara linier. Sistem udara bertekanan merupakan upaya mengendalikan aktuator yang baik berupa silinder maupun motor pneumatik, agar dapat bekerja sebagaimana yang diharapkan. Masukan (Input) diperoleh dari Selenoid Valve atau katup sinyal, selanjutnya di proses melalui kontrol panel, kemudian kembali ke Selenoid Valve. Bagian Control Panel akan mengatur gerakan aktuator (Output) agar sesuai dengan kebutuhan. Smart Relay merupakan bagian pokok sistem pengendalian yang menjadikan sistem pneumatik dapat bekerja secara otomatis. Adanya Smart Relay ini akan mengatur hasil kerja baik gerakan, kecepatan, urutan gerak, arah gerakan, maupun kekuatannya. Dengan Smart Relay ini sistem pneumatik dapat didesain untuk berbagai tujuan otomatis dalam mesin pengupas kulit ari kelapa. Bentuk – bentuk dari sistem kontrol pneumatik ini berupa katup (valve) yang bermacam – macam, (Samuel, M. T. 2012).

### C. Silinder Pneumatic

Silinder pneumatik merupakan alat atau perangkat yang sering digunakan pada mesin industri, baik dalam industri otomotif, industri kemasan, elektronik, dan berbagai industri lainnya. Terdapat berbagai macam kegunaan silinder pneumatik yaitu untuk menjepit benda, mendorong mesin pemotong, penekan mesin press, peredam getaran, dan sebagainya. Fungsi dasar silinder pneumatik berfungsi untuk mengkonversi tekanan udara atau energi potensial udara menjadi energi gerak atau kinetik.

#### D. Kompresor

Kompresor adalah alat pemampat atau pengkompresi udara dengan kata lain kompresor adalah penghasil udara mampat. Karena proses pemampatan, udara mempunyai tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara lingkungan (1 atmosfer) (Putut Jatmiko, 2014)..

#### E. Regulator

Regulator atau Unit Pelayanan Udara adalah kombinasi suatu alat yang berfungsi untuk menyaring udara, mengatur tekanan udara melalui alat pengukur tekanan dan memberikan pelumasan berupa oli yang dikabutkan untuk digunakan sebagai sumber kerja dari sistem pneumatik (Anhar Khalid, 2016).

#### F. Solenoid Valve

Solenoid Valve atau katup kontrol arah adalah alat pneumatik yang berfungsi sebagai switch atau saklar aliran udara, saklar yang diaplikasikan memiliki banyak sistem, diantaranya memakai Coil Solenoid, penggerak tangan atau mekanik lain. Solenoid Valve juga difungsikan sebagai serangkaian fungsi logika atau timer pneumatik. Solenoid Valve merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan selenoida. Solenoid Valve ini merupakan elemen control yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolis atau sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem pneumatik, Solenoid Valve bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik (silinder). Aliran udara akan lewat, terblokir atau membuang ke atmosfer tergantung dari lubang dan jalan aliran Solenoid Valve tersebut. Solenoid Valve digambarkan dengan jumlah lubang dan jumlah kotak. Lubang yang dimaksud menunjukkan saluran – saluran udara dan jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi (Andrew Parr, 2003).

#### G. Relay

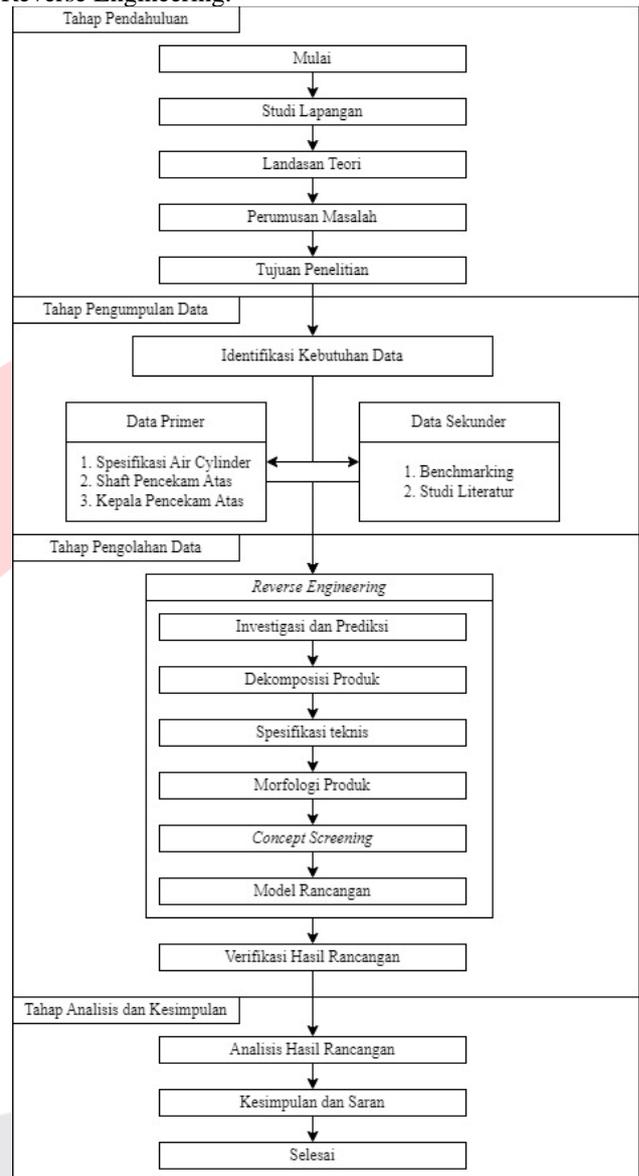
Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju tuas berpegas, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal – tertutup ke kontak normal – terbuka.

### III. METODE

#### A. Sistematika Perancangan

Sistematika perancangan berisikan tahapan apa saja dalam penelitian ini. Tahapan tersebut dilakukan agar hasil penelitian akhir sesuai dengan tujuan penelitian. Dalam penelitian pencekam atas pada mesin pengupas kulit ari

kelapa terbagi menjadi tiga tahap penelitian yaitu, tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, serta tahap analisis dan kesimpulan. Diagram dibawah menunjukkan tahap perancangan menggunakan metode Reverse Engineering.



GAMBAR 4  
(Sistematika Perancangan)

#### B. Tahap Awal

Pada tahapan awal dari penelitian perancangan pencekam atas mesin pengupas kulit ari kelapa, dilakukan studi lapangan dengan mengobservasi secara langsung proses kerja pada objek penelitian untuk memperoleh permasalahan dengan mengidentifikasi studi literatur melalui buku, artikel, maupun jurnal. Permasalahan yang didapat saat melakukan observasi pada mesin eksisting yaitu pin pencekam atas, tinggi Shaft, dan spesifikasi Air Cylinder. Hal ini menyebabkan ketidakstabilan cekaman pencekam atas yang mempengaruhi hasil kupasan kulit ari kelapa tidak maksimal. Selanjutnya menentukan rumusan masalah dan tujuan pada permasalahan yang didapat dari mesin eksisting dengan memberi alternatif solusi terbaik untuk menghasilkan cekaman yang lebih stabil pada saat proses pengupasan kulit

ari kelapa berlangsung untuk memperoleh kupasan kulit ari kelapa yang memuaskan.

C. Tahap Pengumpulan Data

. Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data – data untuk dasar penyelesaian masalah pada mesin eksisting agar hasil yang didapatkan dari penelitian ini menjadi lebih efektif. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber utama. Data – data yang dikumpulkan dengan melakukan observasi dan wawancara dan data sekunder merupakan data pendukung yang dapat digunakan guna memperkuat data primer untuk melakukan perbaikan dari masalah – masalah yang didapat, dengan melakukan benchmarking dan penelitian terkait pencekam atas dan Air Cylinder.

D. Tahapan Pengolahan Data

Ada 4 tahapan pengolahan data yang didapat, yaitu

- a. Investigasi dan Prediksi  
Tahap investigasi dan prediksi dilakukan dan didapatkan dari proses kerja pencekam atas.
- b. Spesifikasi Teknis  
Tahap spesifikasi teknis dilakukan dengan menganalisa User Needs dari pencekam atas usulan mesin pengupas kulit ari kelapa.
- c. Model Rancangan  
Tahap model rancangan didapatkan dari permasalahan yang terpilih dari mesin eksisting, kemudian dirancang menjadi sebuah model menggunakan software Inventor dan Solidworks.
- d. Prototype dan Pengujian  
Tahap prototype dan pengujian dilakukan di fabrikasi pembuatan mesin pengupas kulit ari kelapa dengan tujuan untuk mendapatkan pencekam atas yang akan diusulkan dan akan dibandingkan dengan pencekam atas eksisting.

E. Tahap Analisis

Pada tahap analisis dan kesimpulan dilakukan dengan menganalisis hasil pengolahan data yang telah dilakukan dari mesin pengupas kulit ari kelapa. Kemudian memberi kesimpulan serta saran yang didapat dari hasil penelitian yang akan membantu penelitian untuk peneliti selanjutnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Terdapat dua jenis pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa yaitu, data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini diperoleh dari observasi langsung ke fabrikasi mesin pengupas kulit ari kelapa dibuat. Sedangkan data sekunder diperoleh dari benchmarking dan penelitian terkait pencekam atas dan Air Cylinder.

No.	Data	Jenis Data	Referensi
1.	Mesin eksisting	Primer	Observasi
2.	User Needs	Primer	Wawancara
3.	Benchmarking	Sekunder	Studi Literatur
4.	Penelitian terkait pencekam atas dan Air Cylinder	sekunder	Studi Literatur

TABEL 1  
(Deskripsi Data)

Berdasarkan data tabel diatas, terdapat dua data primer yang didapatkan dari sumbernya langsung melalui observasi secara langsung pada mesin eksisting dan melakukan wawancara untuk menentukan user needs operator mesin. Lalu terdapat dua data sekunder yang didapatkan melalui studi literatur dengan melakukan benchmarking pada produk serupa dan melakukan penelitian terkait pencekam atas dan Air Cylinder.

B. Pencekam Atas Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa Eksisting

Pencekam atas pada mesin pengupas kulit ari kelapa berfungsi untuk mencekam kelapa, pada saat mesin dijalankan pencekam atas menyatu dengan Air Cylinder untuk menekan kelapa kebawah agar stabil sehingga proses pengupasan kulit ari kelapa bisa mengupas dengan maksimal. Gambar dibawah ini menunjukkan desain pencekam atas dan Air Cylinder pada mesin pengupas kulit ari kelapa yang terdiri dari Air Cylinder, Shaft, Bearing, dan kepala pencekam atas.



GAMBAR 5

(Pencekam Atas Dan Air Cylinder Eksisting)

. Berdasarkan hasil pengujian benda kerja yang telah dilakukan, terdapat beberapa masalah terhadap pencekam atas dan Air Cylinder yang menyebabkan cekaman pada saat proses pengupasan kulit ari tidak stabil sebagai berikut:

1. Spesifikasi Air Cylinder, ukuran spesifikasi terlalu panjang membuat area cekaman pada objek kerja terlalu jauh.
2. Ukuran Shaft pencekam terlalu panjang menyebabkan cekaman pada pencekam atas sering bergoyang pada saat proses pengupasan berjalan sehingga cekaman tidak stabil.
3. Pin pencekam atas kurang kuat untuk menahan kelapa pada saat proses pengupasan berlangsung sehingga kelapa terlepas dari cekaman yang menyebabkan proses pengupasan kulit ari kelapa tidak berjalan dengan baik.

C. User Needs

User needs atau kebutuhan pengguna didapatkan melalui observasi dan wawancara. Wawancara digunakan untuk mendapatkan pernyataan pelanggan untuk mengklarifikasi user needs (Ulrich, Karl T, 2018). Di dalam wawancara pengembangan produk, memiliki kriteria untuk mendapatkan informasi mengenai kebutuhan operator mesin pengupas kulit ari kelapa. Berikut merupakan rancangan pertanyaan dan user needs pada tabel berikut :

TABEL 2  
(Rancangan Pertanyaan)

No.	Pertanyaan	Jawaban	Needs Statement
1.	Apakah tujuan utama yang diharapkan	Mencekam kelapa dengan kuat agar menghasilkan	Pencekam atas menjadi lebih stabil

	anda untuk pengecam atas usulan?	kupasan kulit ari yang bersih	
2.	Apa yang anda sukai dari produk eksisting?	Sangat membantu dalam melakukan proses pengupasan kulit ari kelapa karena tidak perlu melakukan aktivitas pengupasan kelapa secara manual	<i>Shaft</i> tidak terlalu panjang
3.	Apa yang anda sukai dari produk eksisting?	Pengecam atas kurang stabil untuk menahan kelapa pada saat proses pengupasan berlangsung.	Cekaman pengecam atas menjadi lebih kuat

Setelah wawancara dan observasi sudah dilakukan, maka diperoleh needs statement seperti pada table berikut :

TABEL 3  
(Need Statement)

No.	Needs Statement
1.	Pengecam atas menjadi lebih stabil.
2.	<i>Shaft</i> tidak terlalu panjang
3.	Cekaman pengecam atas menjadi lebih kuat.

#### D. Spesifikasi Rancangan dan Standar Perancangan

Spesifikasi rancangan merupakan rincian yang digunakan sebagai acuan dalam proses perancangan. Langkah untuk menentukan spesifikasi rancangan adalah menentukan atribut produk yang berasal dari needs statement terlebih dahulu. Berikut merupakan kebutuhan teknis pada penelitian ini :

TABEL 4  
(Kebutuhan Teknis)

No.	Needs Statement	Kebutuhan Teknis	Satuan
1.	Pengecam atas menjadi lebih stabil.	Mengubah Spesifikasi <i>Air Cylinder</i>	mm
2.	<i>Shaft</i> tidak terlalu panjang	Memotong <i>shaft</i>	cm
3.	Cekaman pengecam atas menjadi lebih kuat.	Penambahan pin pengecam	Binary

#### E. Investigasi dan Prediksi

Tahap awal yang dilakukan adalah investigasi dan prediksi merupakan pendekatan Reverse Engineering yang bertujuan untuk memperjelas ruang lingkup proses dan mengembangkan beberapa masukan yang didapat dari data User Needs dan untuk mengidentifikasi beberapa fungsi produk.

#### F. Dekomposisi Mesin

Tahap dekomposisi mesin merupakan tahapan dengan dilakukannya disassembly pada part mesin eksisting yang diteliti yaitu pengecam atas, untuk mengetahui part – part penyusun part mesin yang diteliti tersebut. Fungsi dilakukannya disassembly untuk menganalisis setiap fungsi dari masing – masing part agar dapat dikembangkan untuk produk usulan. Berikut merupakan dekomposisi part pengecam atas :

TABEL 5  
(Dekomposisi Komponen Pengecam Atas)

No.	Nama Komponen	Gambar Komponen	Fungsi
1.	<i>Air Cylinder</i>		<i>Ari Cylinder</i> berfungsi sebagai penjepit kelapa dengan menggunakan kekuatan udara bertekanan.
2.	<i>Shaft</i>		<i>Shaft</i> pengecam atas berfungsi sebagai alat bantu untuk mencekam objek kerja.
3.	<i>Bearing</i>		<i>Bearing</i> berfungsi untuk menggerakkan kepala pengecam atas secara memutar pada saat proses pengupasan kulit ari kelapa berjalan.
4.	Kepala Pengecam Atas		Kepala Pengecam Atas berfungsi untuk menahan kelapa agar tidak berpindah dari posisi awal.

#### G. Target Spesifikasi

Setelah melakukan dekomposisi komponen pengecam atas, tahap selanjutnya adalah menentukan target spesifikasi pengecam atas usulan yang ditentukan berdasarkan needs statement. Target spesifikasi digunakan

sebagai gambaran terkait pencekam atas usulan yang akan dibuat dapat memenuhi kebutuhan operator. Berikut adalah penentuan target spesifikasi yang ingin dicapai berdasarkan user needs :

TABEL 6  
(User Needs dan Atribut Produk)

User Needs	Atribut Produk
Pencekam atas menjadi lebih stabil.	Mengubah spesifikasi <i>Air Cylinder</i> menjadi lebih kecil agar jarak antar objek kerja tidak terlalu sempit.
<i>Shaft</i> tidak terlalu panjang	Memotong panjang <i>shaft</i> menjadi lebih kecil agar cekaman tidak bergoyang.
Cekaman pencekam atas menjadi lebih kuat.	Menambah pin pencekam agar cekaman lebih kuat menahan objek kerja.

Langkah selanjutnya adalah menentukan karakteristik produk dan karakteristik teknis berdasarkan penentuan yang telah ditentukan pada atribut produk.

TABEL 7  
(Karakteristik Produk dan Karakteristik Teknis)

Karakteristik Produk	Karakteristik Teknis
Mengubah spesifikasi <i>Air Cylinder</i> menjadi lebih kecil agar jarak antar objek kerja tidak terlalu sempit.	Panjang <i>stroke</i> dan Jarak antar objek kerja
Memotong panjang <i>shaft</i> menjadi lebih kecil agar cekaman tidak bergoyang.	Panjang <i>shaft</i>
Cekaman pencekam atas menjadi lebih kuat.	Pin pencekam

Langkah selanjutnya menentukan target spesifikasi berdasarkan karakteristik teknis yang telah ditentukan.

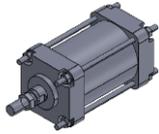
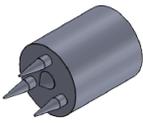
TABEL 8  
(Target Spesifikasi)

Karakteristik Teknis	Satuan	Target
Panjang <i>Stroke</i>	mm	32x50
Jarak antar objek kerja	cm	8
Panjang <i>Shaft</i>	cm	11.5
Pin kepala pencekam atas	Binary	3
Material <i>Air Cylinder</i>	Type/mm	Bore Size 32x50
Material <i>Shaft</i>	Type	S45C Hardchrome Shaft
Material <i>Bearing</i>	Type	6002 ZZ
Material pin kelapa pencekam atas	Type	Stainless Steel S45C

#### H. Matriks Morfologi Produk

Matriks Morfologi Produk adalah proses untuk memunculkan konsep – konsep alternatif pada perancangan dengan melakukan perbandingan part antara pencekam atas eksisting dan part pencekam atas usulan. Berikut merupakan morfologi produk pada part pencekam atas :

TABEL 9  
(Matriks Morfologi Produk)

No.	Nama Part	Part Usulan	Part Eksisting
1.	<i>Air Cylinder</i>		
2.	<i>Shaft</i>		
3.	<i>Bearing</i>		
4.	Kepala Pencekam Atas		

Pada tabel diatas, terdapat empat komponen utama pada part usulan, dari keempat part utama tersebut terdapat satu part menggunakan part yang sama. Jumlah kombinasi yang dihasilkan dari matriks morfologi produk adalah  $2 \times 2 \times 2 \times 1 = 8$  konsep.

TABEL 10  
(Concept Screening)

Kombinas i	<i>Air Cylinder</i>	<i>Shaft</i>	<i>Bearing</i>	Kepala Pencekam Atas
A	<i>Air Cylinder</i> usulan	<i>Shaft</i> usulan	<i>Bearing</i>	Kepala pencekam atas usulan
B	<i>Air Cylinder</i> usulan	<i>Shaft</i> usulan	<i>Bearing</i>	Kepala pencekam atas eksisting
C	<i>Air Cylinder</i> usulan	<i>Shaft</i> eksisting	<i>Bearing</i>	Kepala pencekam atas usulan
D	<i>Air Cylinder</i> usulan	<i>Shaft</i> eksisting	<i>Bearing</i>	Kepala pencekam atas eksisting
E	<i>Air Cylinder</i> eksisting	<i>Shaft</i> usulan	<i>Bearing</i>	Kepala pencekam atas usulan
F	<i>Air Cylinder</i> eksisting	<i>Shaft</i> usulan	<i>Bearing</i>	Kepala pencekam atas eksisting

G	Air Cylinder eksisting	Shaft eksisting	Bearing	Kepala pencekam atas usulan
H	Air Cylinder eksisting	Shaft eksisting	Bearing	Kepala pencekam atas eksisting

### I. Concept Screening

Setelah mendapatkan kombinasi alternatif yang dilakukan dari matriks morfologi produk, dilakukan concept screening. Concept Screening adalah konsep yang mereduksi atau menyaring semua konsep – konsep menjadi konsep alternatif yang terbaik. Concept Screening dilakukan dengan cara mengevaluasi konsep secara keseluruhan terhadap kriteria pemilihan fitur produk

TABEL 11  
(Simbol seleksi konsep)

Simbol	Penilaian
+	Lebih baik dari eksisting
0	Sama dengan eksisting
-	Lebih buruk dari eksisting

Untuk melakukan proses concept screening, produk eksisting aka dijadikan sebagai referensi untuk dibandingkan dengan konsep alternatif, lalu dilanjutkan dengan proses penilaian.

TABEL 12  
(Penilaian concept screening)

Faktor Penilaian	Konsep								
	Eksisting	A	B	C	D	E	F	G	H
Pencekam atas menjadi lebih stabil.	0	+	+	0	0	0	0	0	0
Shaft tidak terlalu panjang	0	+	+	+	0	+	+	+	+
Cekaman pencekam atas menjadi lebih kuat.	0	+	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah (+)	0	3	2	1	0	1	1	1	1
Jumlah (0)	3	0	1	2	3	2	2	2	2
Jumlah (-)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Score	0	3	2	1	0	1	1	1	1
Ranking	4	1	2	3	4	3	3	3	3

Diteruskan?	no	yes	n	n	n	n	n	n	n
		s	o	o	o	o	o	o	o

Berdasarkan hasil penilaian concept screening terhadap alternatif konsep adalah konsep A menjadi pilihan yang terbaik, karena hasil dari penilaian concept screening menunjukkan bahwa konsep A memenuhi semua kriteria user needs paling tinggi dengan hasil total score adalah 3..

### J. Hasil Perancangan

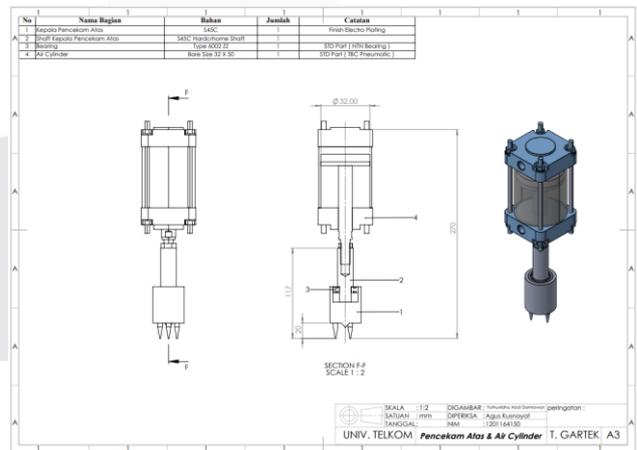
Dengan terpilihnya konsep A sebagai konsep rancangan produk usulan, spesifikasi akhir dapat dibuat untuk mesin pengupas kulit ari kelapa sebagai berikut :

TABEL 13  
(Spesifikasi Akhir)

No.	Persyaratan Teknis	Nilai	Satuan
1.	Merancang part usulan	Yes	Binary
2.	Skor Concept Screening	3	Skor
3.	Panjang stroke	32x50	Mm
4.	Jarak antar objek kerja	-	cm
5.	Panjang shaft	11,5	cm
6.	Pin pencekam	3	Binary

### K. Verifikasi Hasil Rancangan

Verifikasi hasil perancangan adalah pemeriksaan pada hasil rancangan yang telah diverifikasi oleh operator yang disesuaikan dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil verifikasi tersebut dilakukan dengan membuat Bill of Material (BOM) dari pencekam atas menggunakan software solidworks untuk menampilkan rincian setiap part yang dibutuhkan.

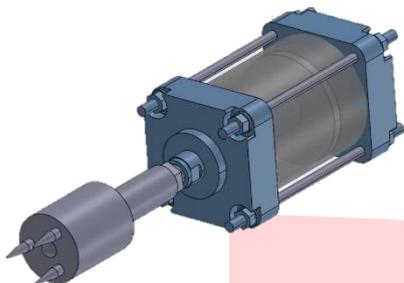


GAMBAR 4  
(Bill of Material)

### V. VALIDASI DAN EVALUASI HASIL PERANCANGAN

#### A. Validasi Hasil Rancangan

Validasi hasil rancangan didapat dari data – data yang sudah terkumpul dari pengumpulan dan pengolahan data, user needs, dan target spesifikasi yang sudah tercapai. Berdasarkan model rancangan pencekam atas dan Air Cylinder seperti dimensi dan karakteristik yang digunakan sebagai referensi dari benda kerja yang di teliti, berikut adalah desain akhir pada produk usulan :



GAMBAR 5

(Pencekam Atas dan Air Cylinder eksisting)

Berdasarkan desain pencekam atas dan Air Cylinder diatas, terdapat perubahan antara desain pencekam atas dan Air Cylinder eksisting. Perubahan tersebut dapat dilihat dari segi dimensi dan segi material yang digunakan pada mesin pengupas kulit ari kelapa. Berikut adalah analisis dari pencekam atas dan Air Cylinder usulan :

TABEL 14  
(Validasi Hasil Rancangan)

Karakteristik Teknis	Penjelasan
Jarak antar objek kerja	Jarak antar objek kerja pada pencekam atas dan <i>Air Cylinder</i> eksisting adalah 18 cm, jarak antar objek kerja pada pencekam atas dan <i>Air Cylinder</i> usulan menjadi 8 cm. Hal ini bertujuan agar pencekam tidak bergoyang pada saat proses pengupasan kulit ari kelapa
Spesifikasi <i>stroke Air Cylinder</i>	Spesifikasi <i>stroke Air Cylinder</i> menjadi lebih kecil dari pada spesifikasi <i>stroke Air Cylinder</i> eksisting, yang berukuran sebelumnya adalah 32x100 mm menjadi 32x50 mm. Hal ini berfungsi untuk membantu kestabilan pencekam atas saat mencekam objek kerja.
Pencekam Atas	Pada pencekam atas terbagi menjadi 3 bagian yaitu <i>shaft</i> pencekam, <i>bearing</i> , dan pin kepala pencekam atas. Ukuran <i>shaft</i> pencekam eksisting adalah 22 cm dan ukuran <i>shaft</i> pencekam menjadi 11.5 cm. <i>Bearing</i> eksisting dan usulan yang digunakan tidak ada perubahan. Pin kepala pencekam atas eksisting hanya terdapat 1 pin yang berada di tengah kepala pencekam atas dengan ukuran 0.5 cm dan pin kepala pencekam atas usulan menjadi 3 pin yang ditambah pada luas area kepala pencekam atas dengan ukuran 2 cm.
Tekanan cekaman pada	Tekanan cekaman didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

saat proses pengupasan kulit ari kelapa	Tekanan cekaman menjadi lebih kuat dari sebelumnya, karena spesifikasi <i>stroke Air Cylinder</i> dan ukuran <i>shaft</i> pencekam sudah diperbaiki. Hal ini menyebabkan hasil cekaman pada objek kerja tidak ada pergerakan sehingga objek kerja tidak berpindah dari posisi awa membuat proses pengupasan kulit ari kelapa menjadi lebih maksimal.
---	--

### B. Evaluasi Hasil Rancangan

Evaluasi hasil perancangan dilakukan dengan simulasi stress terhadap pencekam atas dan Air Cylinder serta hasil pengujian terhadap pencekam atas dan Air Cylinder. Berikut merupakan evaluasi hasil perancangan pada pencekam atas dan Air Cylinder usulan :

### C. STRESS TEST

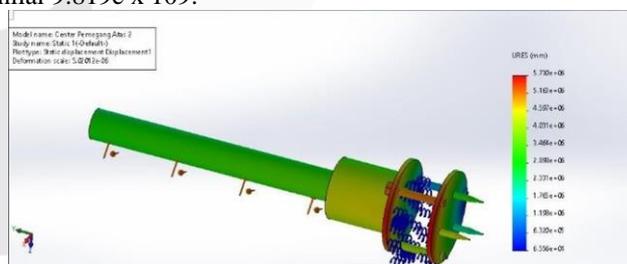
Simulasi stress terhadap pencekam atas dilakukan dengan cara menganalisis tegangan Von Mises. Analisis tegangan Von Mises stress dilakukan untuk menentukan tingkat stress dan safety factor selama penggunaan pada saat proses pengupasan kulit ari kelapa.



GAMBAR 6

(Simulasi Von Mises Stress)

Berdasarkan simulasi von mises stress terhadap pencekam atas dengan memberi tekanan sebesar 50 N. Simulasi yang sudah dianalisis menunjukkan bahwa nilai maksimum adalah  $1.636e \times 10^{10}$  N/m<sup>2</sup> dan nilai minimum adalah  $2.926e \times 10^9$ . Titik tekanan paling aman berada di nilai  $9.819e \times 10^9$ .



GAMBAR 7

(Simulasi Displacement Pencekam Atas)

Simulasi displacement atau lendutan merupakan pergerakan yang terjadi akibat beban besar yang diberikan kepada pencekam atas. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai tertinggi yang didapat sebesar  $5.730e \times 10^6$  N/m<sup>2</sup> dan nilai terendah sebesar  $6.556e \times 10^4$  N/m<sup>2</sup>. Titik nilai tekanan yang aman sebesar  $3.464e \times 10^6$  N/m<sup>2</sup>.

D. Pengujian Pencekam Atas Usulan  
Pengujian pencekam atas usulan dilakukan untuk mengetahui keberhasilan pengupasan kelapa yang membutuhkan faktor pendukung menjadi pengaruh terhadap pengujian tersebut.

Faktor – faktor tersebut yaitu berat kelapa, diameter kelapa, tingkat kematangan kelapa, dan waktu pengupasan kulit ari kelapa. Berikut adalah tahapan pengujian dari pencekam atas usulan :

1. Pengukuran Tingkat Kematangan Kelapa dan Berat Kelapa

Terdapat tiga kelapa yang akan diuji dengan menentukan tingkat kematangan kelapa dan berat kelapa, langkah selanjutnya adalah mengukur diameter kelapa dengan menggunakan meteran gulungan.

2. Pengukuran Diameter Kelapa

GAMBAR 8  
(Pengukuran Diameter Kelapa)



Setelah melakukan pengukuran diameter kelapa, langkah selanjutnya adalah memulai proses pengupasan kulit ari kelapa dengan menggunakan pencekam atas usulan.

3. Proses Pengupasan Kulit Ari Kelapa

GAMBAR 9  
(Proses Pengupasan Kulit Ari Kelapa)



Setelah proses pengupasan kulit ari kelapa telah dilakukan, maka didapatkan hasil kupasan kelapa seperti pada gambar dibawah ini :

GAMBAR 10  
(Hasil Pengupasan Kulit Ari Kelapa)



4. Data pengujian Kelapa

Setelah melakukan proses pengupasan kulit ari kelapa dan mendapatkan hasil pengupasan kulit ari kelapa, langkah akhir yang dilakukan adalah menghitung waktu pengupasan kelapa dalam satu kali pengupasan pada

tiga kelapa yang diuji. Berikut adalah data pengujian kelapa :

TABEL 15  
(Data Pengujian Kelapa)

No	Tingkat Kematangan Kelapa	Berat Kelapa (gr)	Diameter Kelapa (m)	Waktu Pengupasan Kelapa (s)	Tingkat Keberhasilan
1.	Muda	576	0.36	11	75%
2.	Muda	592	0.37	10	70%
3.	Sedang	628	0.36	11	65%
Rata - Rata		598	0.36	10.6	70%

Berdasarkan tabel data pengujian kelapa diatas dengan melakukan pengujian ketiga kelapa dalam satu kali pengupasan yang dilakukan dengan pengujian pencekam atas usulan. Rata – rata waktu pengupasan kulit ari kelapa membutuhkan 10.6 detik dan tingkat keberhasilan dari pengupasan kulit ari kelapa sebesar 70%. Hasil yang telah dihitung menunjukkan bahwa pencekam atas usulan menghasilkan kupasan kulit ari kelapa yang lebih baik serta waktu pengupasan yang tidak lama dibandingkan dengan pencekam atas eksisting.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada mesin pengups kulit ari kelapa dengan produk usulan pencekam atas yang diberikan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Cekaman yang dihasilkan dari produk usulan pencekam atas dan Air Cylinder menjadi lebih stabil pada saat proses pengupasan kulit ari kelapa. Spesifikasi Air Cylinder dengan memperpendek ukuran panjang stroke-nya membantu untuk memperkecil jarak antar objek kerja yaitu kelapa. Memotong shaft pencekam atas dengan ukuran lebih pendek yaitu 11.5 cm membantu kestabilan cekaman kelapa pada saat proses pengupasan kulit ari kelapa berjalan. Menambah pin kepala pencekam atas menjadi tiga yang diletakkan pada luas area kepala pencekam atas dengan masing – masing pin berukuran 2 cm.
2. Spesifikasi teknis terhadap pencekam atas dan Air Cylinder usulan memberi hasil yang memuaskan terhadap mesin pengupas kulit ari kelapa. Dengan hasil concept screening yang telah diuji, bahwa produk usulan yang diberikan menghasilkan kupasan kulit ari kelapa menjadi lebih bersih dan kestabilan pencekam atas pada saat proses pengupasan kulit ari kelapa menjadi lebih maksimal

3. Tingkat keberhasilan terhadap pengupasan kelapa dengan produk usulan pencekam atas pada mesin pengupas kulit ari kelapa menghasilkan kupasan sebesar 70%, hasil pengupasan ini sudah lebih baik dari produk eksisting pencekam atas pada mesin pengupas kulit ari kelapa sebelumnya yang hanya menghasilkan kupasan kulit ari kelapa sebesar 60%

- [15] Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2018). Product Design and Development. Dalam In the Handbook of Research on New Product Development.
- [16] Wang, W. (2013). Application of Reverse Engineering in Manufacturing Industry.

#### REFERENSI

- [1] Bishop, Judith & Horspool, Nigel. (2004). C# Concisely. London: Addison Wesley.
- [2] Dr. Ir. Kasdi Subagyo, M. (2019 - 2021). Statistik Perkebunan Unggulan Nasional. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- [3] Hasan, M. I. (2002). Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [4] Horper, C. A. (2000). Modern Plastic Handbook Mc Graw - Hill.
- [5] Khalid, A. (2016). Rancang Bangun Simulasi Sistem Pneumatik untuk Pemindah Barang. Jurnal INTEKNIA, Vol 16, No. 1, Hal 39-41.
- [6] Kumar A., Jain P. K. & Pathak P. M. (2013). Reverse Engineering in Product Manufacturing: An Overview. Dalam International Scientific Book (hal. 665-678).
- [7] Otto Kevin Wohlers & Kristin Lee Wood. (1998). Production Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology. London, Springer-Verlag.
- [8] Parr, A. (2003). Hidrolika dan Pneumatik: Pedoman Untuk Teknisi dan Insinyur. Jakarta: Erlangga.
- [9] Prasetyo, Putut Jatmiko Dwi dan Rizki Pradana. (2014). Perancangan Alat Peraga Mesin Frais Vertikal dengan Sistem Penggerak Pneumatik. Jurnal Teknik Mesin, Vol 5, No 1, Hal 1-8.
- [10] Pratama, D. R. (2021). Perancangan Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa Menggunakan Metode Quality Deployment (QFD) dengan Software Solidworks.
- [11] Samuel, M. T. (2012). Perencanaan Instalasi Kontrol Pneumatic Menggunakan Metode Cascade Pada Alat Pelumutan Tanah Liat Sebagai Bahan Dasar Batu Bata Merah. Jurnal Teknologi, Hal 969-970.
- [12] Sugiyono. (2016). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: PT Alfabet.
- [13] Tatterson, J. (1996). Benchmarking Basics: Looking for A Better Way. Manlow Park: Chris Publication.
- [14] Taufik, I. (2018). Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa Otomatis.