

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN PENGUPAS KULIT ARI KELAPA BERDASARKAN METODE *REVERSE ENGINEERING* YANG DIIMPLENTASIKAN MENGGUNAKAN SIMULASI *FINITE ELEMENT METHOD* BERBASIS ARDUINO

DESIGN AND FABRICATION OF COCONUT LEATHER MACHINE BASED ON REVERSE ENGINEERING METHOD IMPLEMENTED WITH FINITE ELEMENT METHOD SIMULATION BASED ON ARDUINO

Indira Savitri¹, Agus Kusnayat², Sri Martini³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹indirasavitri@telkomuniversity.ac.id, ²guskus@telkomuniversity.ac.id, ³srimartini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dengan parameter utama yang mempengaruhi hasil pengupasan dengan 2D UVAT adalah *speed*, *depth of cut*, *feed rate* perancangan mesin perbaikan dilakukan berdasarkan metode *Reverse Engineering* lalu desain terpilihakan disimulasikan menggunakan metode *Finite Element Method*. *Finite element method* merupakan suatu metode teknik numerik yang paling banyak digunakan dalam proses permesinan. Prinsip dasar metode elemen hingga adalah melakukan penggantian sebuah kontinum oleh unsur-unsur terbatas yang membentuk mesh. Masing-masing geometri disederhakan dalam elemen hingga untuk memudahkan analisis struktur yang sebenarnya. Tujuan dari kajian ini adalah menghitung *lifetime* dan hasil pengupasan pada perbaikan mesin pengupasan kulit ari kelapa tersebut.

Kata kunci: *Reverse engineering, Finite element method, pre-processing, processing, post-processing, 2D UVAT, lifetime dan hasil*

Abstract

With the main parameters that affect the results of 2DAT UVAT are *speed*, *depth of cut*, *feed rate*, engine repair design is done based on the *Reverse Engineering* method then the selected design will be simulated using the *Finite Element Method*. *Finite element method* is a numerical technique that is most widely used in machining processes. The basic principle of the finite element method is to replace a continuum by the finite elements that make up the mesh. Each geometry is simplified in a finite element to facilitate analysis of the actual structure. The purpose of this study is to calculate the *lifetime* and maximal output of repairing the coconut husk stripping machine.

Keywords: *Reverse engineering, Finite Element Method, pre-processing, processing, post-processing, 2D UVAT, lifetime and output*

1. Pendahuluan

Jurnal ini akan menerapkan *reverse engineering* dan *finite element method* untuk mengoptimalkan hasil produksi pada mesin pengupasan kulit ari kelapa dengan melakukan analisa *lifetime* dan waktu proses. Model *Finite Element* yang disajikan menggunakan ANSYS / Explicit Dynamic untuk mensimulasikan proses pengupasan yang dilakukan oleh pisau sebagai material stainless steel dan wood sebagai material yang digunakan dalam objek simulasi kelapa. Post-processing pada penelitian ini dilakukan pembuatan Mesin Pengupasan Kulit Ari Kelapa sesuai dengan desain dan sistematika yang telah dilakukan pengujian berdasarkan *Finite Element Method* di ANSYS/ Explicit Dynamic. Dengan semakin berkembangnya teknologi yang semakin maju seperti saat ini banyak industri yang juga sudah sangat maju. Untuk meningkatkan produktivitas produksi harus disertai dengan kualitas dari hasil pengerjaan yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. [5]. Pengupasan kulit ari kelapa ini merupakan suatu aktivitas yang bertujuan untuk memisahkan kulit dengan daging buah kelapa yang akan dikonsumsi. Cara pengupasan yaitu menggunakan mesin otomatis yang mempunyai mata pisau yang bergerak untuk menguliti kulit ari kelapa ini. Jika dilakukan terus menerus karena akan menyebabkan mata pisau akan lebih cepat tumpul karena gerakan yang berulang-ulang. [9] Keausan tergantung pada jenis material, pahat bubut dan benda kerja yang dipilih. Untuk meminimalisir terjadinya keausan pahat dalam proses pengupasan kulit ari kelapa ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, adalah gerak makan dan arah mata pisau. Maka dari itu dilakukan simulasi yang menggunakan *Finite Element Method* (FEM). [1]. Nilai *stress* menjadi salah satu faktor utama dalam perubahan pada pahat yang sangat mempengaruhi umur pahat dan hasil permesinan pada permukaan benda kerja [8]. *Depth of cut*, *feed rate* dan *speed* adalah 3 parameter utama dalam proses pengupasan yang berpengaruh langsung terhadap ketajaman pisau [11]. 2D UVAT (*Ultrasonic Vibration Assisted Turning*) adalah salah satu teknologi baru dalam proses permesinan untuk meningkatkan kualitas hasil pemotongan dimana hasil dari pemotongan logam akan lebih halus dibandingkan proses bubut dengan *tool holder* biasa yang digunakan [2].

Sifat mekanik yang dimiliki material ini cukup mampu untuk berbagai penggunaan lapangan dalam berbagai aplikasi. Sehingga baja yang tepat digunakan sebagai pengolahan pakan adalah *stainless steel food grade*. Penelitian ini merupakan upaya untuk menganalisa ketahanan pada bagian pisau dengan menggunakan *Finite Element Method* (FEM) untuk mengukur tingkat keausan mesin pengupas kulit ari melakukan dengan menggunakan Software Ansys 18.0. [7]



Gambar 1.1 Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa (a) Gambar mesin keseluruhan (b) Gambar bagian dalam mesin

Dalam pengolahan kelapa sawit terdiri dari beberapa proses yaitu pengupasan batok kelapa, pengupasan serabut kelapa, dan salah satu proses adalah pengupasan kulit ari kelapa. Proses tersebut dilakukan dengan menguliti permukaan kulit ari kelapa dengan daging buah kelapa sawit sebagaimana berdasarkan dari penelitian yang sudah dilakukan beberapa ahli salah satunya di Universitas Teknologi Yogyakarta yang dilakukan oleh Imam Taufik yang berjudul “Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa Otomatis” pada tahun 2018 dengan jurnal tekno sains seri Teknik Elektro vol.1 No.01 Maret 2018. Dari penelitian tersebut telah dibuat mesin yang digunakan untuk menguliti bagian dari kulit ari.

Hasil dari penerapan metode elemen hingga pada jurnal ini adalah nilai lifetime dan waktu proses yang mampu menghasilkan proses pengupasan kulit ari kelapa yang baik berdasarkan hasil nilai *maximum stress* pada pengujian yang akan digunakan sebagai bahan perbaikan pada penelitian sebelumnya. Model simulasi yang diciptakan dalam penelitian ini akan dibandingkan dengan data percobaan sebenarnya untuk memverifikasi model yang telah dibuat.

2. Metodologi

2.1 Reverse Engineering & Redesign Methodology

melakukan produksi ulang suatu objek yang sudah ada dengan menganalisis dimensi, fitur, bentuk, dan sifat dari objek tersebut sehingga data dari informasi yang dikumpulkan harus menjadi pengetahuan produk yang berkaitan di tingkat sistem, perwujudan, dan detail. Berdasarkan (Otto & Wood, 1998) dapat diketahui garis besar tiga tahapan pada reverse engineering & redesign methodology yaitu reverse engineering, modeling & analysis, dan redesign

2.2 Finite Element Method (FEM)

Finite Element Method (FEM) adalah salah satu teknik numerik yang sering digunakan untuk menganalisa struktur dari suatu benda. FEM sendiri terbagi menjadi 3 proses utama. Yaitu adalah *pre-processing*, *processing*, dan *post-processing*. dengan FEM struktur suatu benda dapat digantikan oleh unsur-unsur terbatas yang membentuk *mesh* yang memiliki node yang saling terhubung yang membuat analisa struktur suatu benda dapat dilakukan dengan mudah.

a. Pre-processing

Pre-processing adalah proses penginputan semua sifat *material properties*, geometri benda, penentuan *mesh* dan *boundary condition model* yang akan disimulasikan.

b. Processing

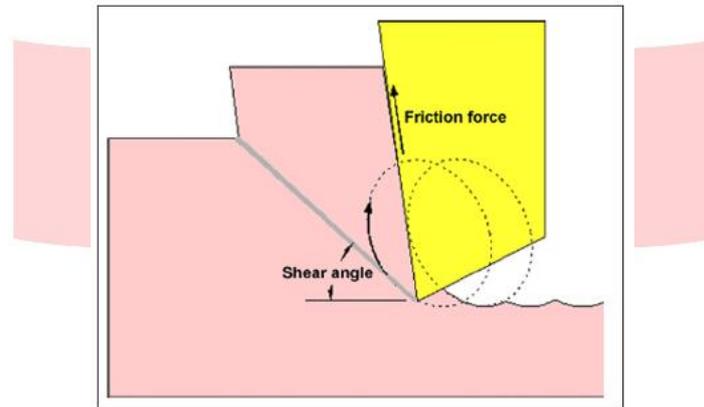
Pada proses ini dilakukan setting dari penentuan bagaimana metode penghitungan yang digunakan dan batasan untuk memproses semua data inputan yang didapatkan dalam tahap *Pre-processing* dengan menu *step, interaction, field output request*

c. Post- processing

Pada proses ini data yang telah diinputkan dan batasan yang telah ditentukan dihitung oleh ABAQUS untuk menghasilkan output yang telah ditentukan di proses *processing* dan *pre processing*

2.3 2D UVAT (*Ultrasonic Vibration Assisted Turning*)

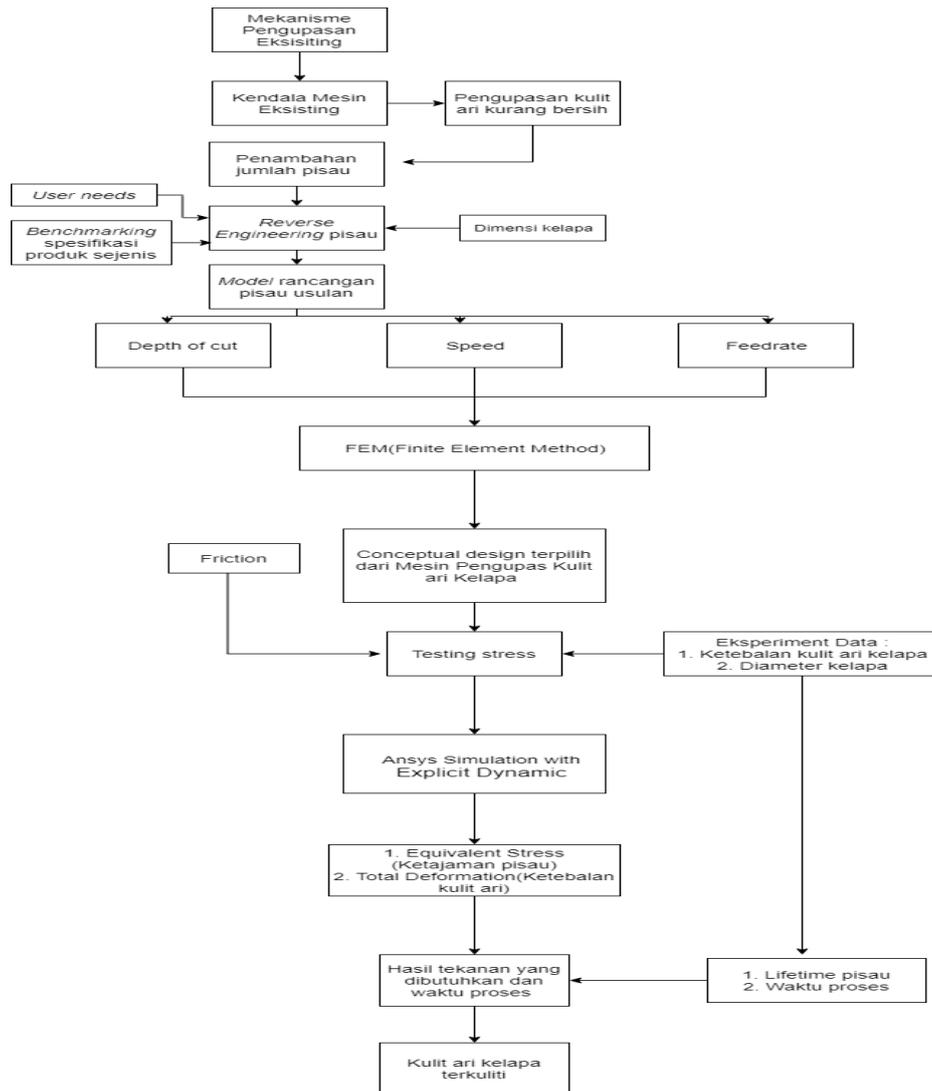
Ultrasonic Vibration Assisted Turning (2D UVAT) adalah turunan dari *Vibration-assisted machining* (VAM) yang merupakan proses penambahan getaran atau *small-amplitude, high-frequency tool displacement* ke gerakan pahat potong. Dalam *Ultrasonic Vibration Assisted Turning* (2D UVAT) getaran dapat dikenakan secara terpisah dalam dalam tiga arah: *feed*, *tangensial* dan *radial* [10]. Saat pahat diberikan getaran alat bergerak ke atas relatif terhadap benda kerja, kecepatan vertical pahat bisa mendekati dan melebihi kecepatan chip yang tercipta. Jika alat bergerak lebih cepat dari pada chip, arah Gaya gesekan dibalik dan gesekan membantu menarik chip jauh dari benda kerja sehingga proses permesinan menjadi lebih baik dan hal ini juga menyebabkan penurunan kekuatan yang dibutuhkan dalam gaya pemotongan, energi dan panas yang signifikan [3]



Gambar 2.1 *Sketch of Shamoto model of the cutting process showing the circular tool motion and the friction force lifting the chip due to the velocity of the tool.* (D.E. Brehl, 2007).

2.4 Metode Konseptual

Studi ini dilakukan untuk menghasilkan nilai lifetime dan waktu proses yang ditinjau dari nilai *maximum stress* yang dihasilkan berdasarkan data 3 faktor utama yang paling berpengaruh dalam proses pengupasan kulit ari kelapa yang diambil dari data penelitian. Parameter tersebut adalah *deph of cut*, *speed*, dan *feed rate*.



Gambar 2.2 Model Konseptual

Menguji maksimal stress dari hasil model rancangan pisau usulan yang didapatkan berdasarkan metode Reverse Engineering. Permodelan simulasi diciptakan berdasarkan data eksperimen yang telah dilakukan yang pada akhir simulasi data pengujian simulasi dibandingkan dengan data eksperimen untuk memvalidasi model simulasi yang telah dibuat. Setelah permodelan yang telah diciptakan valid, studi dilanjutkan pada percobaan untuk menghitung nilai lifetime dan waktu proses pada proses pengupasan kuli ari kelapa berdasarkan nilai *maximum stress* dengan simulasi *Finite Element Method (FEM)*. Ahir dari studi ini adalah hasil desain terpilih yang mampu menghasilkan lifetime yang lebih lama dan waktu proses yang lebih cepat.

3. Pembahasan Penelitian

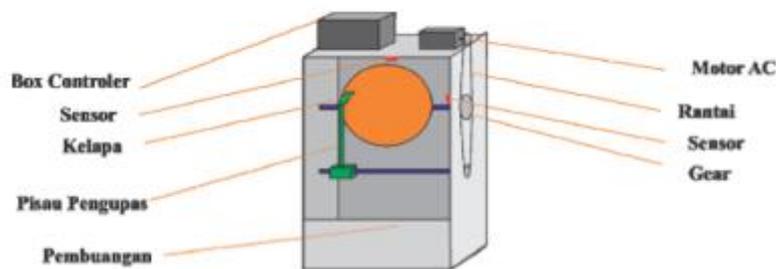
Berikut penerapan reverse engineering pada proses analisa desain untuk mengoptimalkan lifetime dan hasil pengupasan berikut penjelasannya

1. Investigasi dan Prediksi

Tabel 3.1 Need Statemet

No.	Need Statement
1.	Produk dapat menguliti kelapa secara keseluruhan
2.	Produk mudah dioperasikan
3.	Produk dapat mengurangi jumlah interaksi antara tangan dengan kelapa
4.	Produk memiliki ukuran yang proporsional
5.	Produk mempunyai fleksibilitas
6.	Penggunaan produk aman digunakan kelapa untuk dikonsumsi

2. Dekomposisi Produk



Gambar 3.1 Dekomposisi produk mein eksisting

3. Spesifikasi Teknis

Tabel 3.2 Spesifikasi Teknis

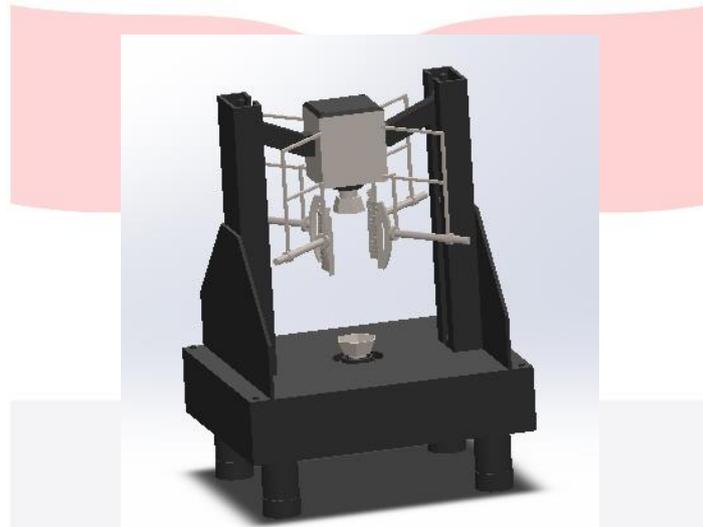
Karakteristik Teknis	Target	Satuan
Dimensi pisau	Panjang pisau : ≤ 12 Lebar pisau : 5 Tinggi awal pisau : 12.48 Tinggi maksimum pisau : 41	cm
Mekanisme pergerakan pisau	Lifter	List
Spesifikasi material	100	Newton

4. Pemodelan desain dan analisis desain

- Pisau , dibuat meliputi aktuator motor AC yang memutar asrat pegangan pisau, sehingga jika motor memutar asrat tersebut motor penggerak memutar gear atau roda gigi dengan menggunakan rantai kecil.

- Sensor, pemasangan dioda foto atau sensor untuk pembacaan buah kelapa yang akan di kupas berada di ujung-ujung buah kelapa.
- Implementasi pegangan kelapa dibuat menggunakan mur dan baut yang dipasang secara horizontal pada box prototype pengupas kulit ari kelapa, dan diujung pegangan kelapa terdapat gear atau roda gigi.
- Motor AC (Alternating Current), untuk menggerakkan pegangan kelapa dan pisau yang berfungsi untuk mengelupas kulit ari kelapa.
- Gear, gear digunakan gear kecil untuk menghubungkan motor AC dengan pegangan kelapa dan pisau, sistem gear terhubung dengan rantai kecil.
- Sistem control(Arduino), sistem kontrol menggunakan mikrokontroler arduino UNO, arduino sebagai pusat kendali kontrol semua akuator yang digunakan.

5. Redesain



Gambar 3.2 desain mesin usulan

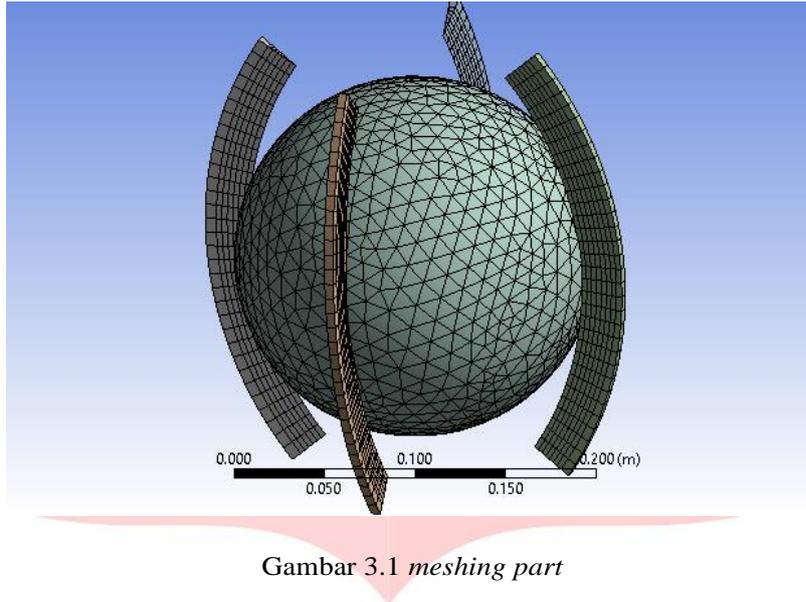
Setelah melakukan perancangan desain didapatkanlah hasil rancangan usulan mesin pengupas kulit ari kelapa setelah itu desain dilakukan pengujian menggunakan metode *finite element method*. Berikut penerapan metode tersebut pada proses analisa lifetime dan hasil pengupasan berikut penjelasannya.

3.1 *Finite Element Method*

Pada penelitian ini Ansys digunakan sebagai tahap pre-processing untuk membuat mesh yang sesuai dengan geometri – geometri yang akan digunakan pada simulasi, kondisi kontak Antara geometri pisau dan tiruan objek kelapa beserta inputan yang dibutuhkan pada model seperti mechanical dan stress property dari setiap material yang digunakan. Setelah proses pre-processing selesai, maka dilanjutkan pada tahap processing dan post processingnya. Pre-processing merupakan tahap proses awal pada material dan desain 3D yang digunakan sebagai inputan geometri objek dan material. Elemen model CAD yang digunakan pada proses mesh merupakan sebagai langkah pengefisiensi perhitungan yang akan disimulasikan dalam Ansys sehingga perhitungan menghasilkan hasil yang akurat.

• Tahap *Pre-Processing*

Untuk pengambilan data awal dilakukan meshing part yang akan dilakukan pengujian pada analisa explicit dynamic untuk membagi menjadi bagian bagian kecil part untuk memodelkan kondisi nya pada proses pengujian maksimum stress pada geometri.



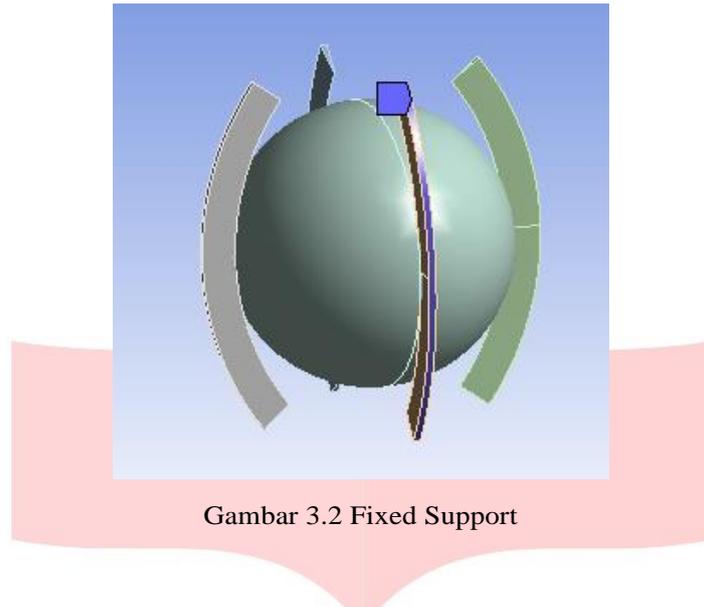
Gambar 3.1 *meshing part*

Setting partisi pisau dengan objek kelapa untuk mengoptimalkan proses pengujian geometri pada analisa explicit dynamic yang dapat dilihat pada table IV.3. Dengan menggunakan geometri yang digunakan pada proses yang disesuaikan dengan kebutuhan pengujian yang menggunakan part pisau dan objek kelapa.

Tabel 3.1 *Meshing setting*

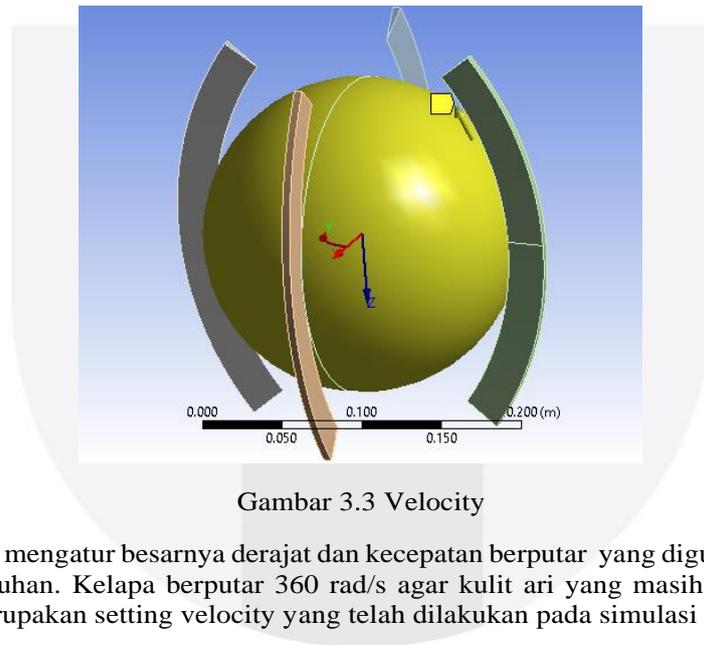
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Straight Sided Elements	
Number of Retries	Default (4)
Rigid Body Behavior	Full Mesh
Mesh Morphing	Disabled
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Topology Checking	No
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Statistics	
Nodes	5002
Elements	14271

Langkah selanjutnya adalah mengatur Fixed support nya dimana pada tahap ini memilih bagian part yang akan bergerak statis. Pada simulasi ini, geometri pisau yang terdiri dari 4 part dipilih menjadi fixed support dan objek kelapa yang akan bergerak dinamis.



Gambar 3.2 Fixed Support

Selanjutnya merupakan velocity dimana pada tahap ini merupakan mengatur pergerakan dari objek kelapa. Velocity merupakan setting pada ansys yang mengatur pergerakan dari suatu geometri yang akan disimulasikan.



Gambar 3.3 Velocity

Setting velocity akan mengatur besarnya derajat dan kecepatan berputar yang digunakan pada pengujian sesuai dengan kebutuhan. Kelapa berputar 360 rad/s agar kulit ari yang masih ada pada kelapa bisa terkuliti. Berikut merupakan setting velocity yang telah dilakukan pada simulasi ini.

Tabel 3.4 Velocity Setting

Details of "Velocity"	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Body
[-] Definition	
Type	Velocity
Define By	Components
Coordinate System	Coordinate System
X Component	Free
<input type="checkbox"/> Y Component	360. rad/s (step applied)
Z Component	Free
Suppressed	No

Tabel 3.5 Speed Setting

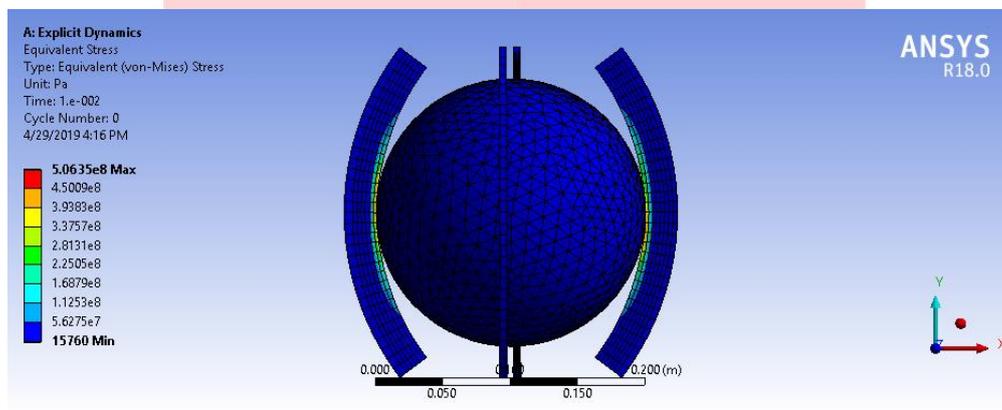
Minimum	0.0000001 m/s ²
Maximum	10000000000 m/s ²

• Tahap Processing

Setelah mengatur derajat dan kecepatan pergerakan pada bagian velocity, tahap berikutnya adalah menentukan variable-variabel yang berkaitan dengan simulasi yang digunakan. Dalam penelitian ini, menggunakan 2 variabel yaitu Equivalent Stress dan Total Deformation.

a. Equivalent Stress

Dalam rekayasa structural dan kekuatan material komponen pada part tersebut dapat diberi berbagai jenis pembebanan maksimal. Pembebanan menimbulkan berbagai tekanan pada titik titik yang berbeda tergantung pada material dan tekanan yang diberikan. Berikut merupakan Equivalent Stress yang dilakukan pada pisau melakukan pergerakan mengupas kulit ari kelapa.



Gambar 3.4 Equivalent Stress

Pada variable Equivalent stress dilakukan beberapa percobaan simulasi dan diperoleh hasil simulasi tekanan yang diberikan pada saat pisau beroperasi. Berikut merupakan hasil tabular data tekanan yang dapat diterima pada part pisau:

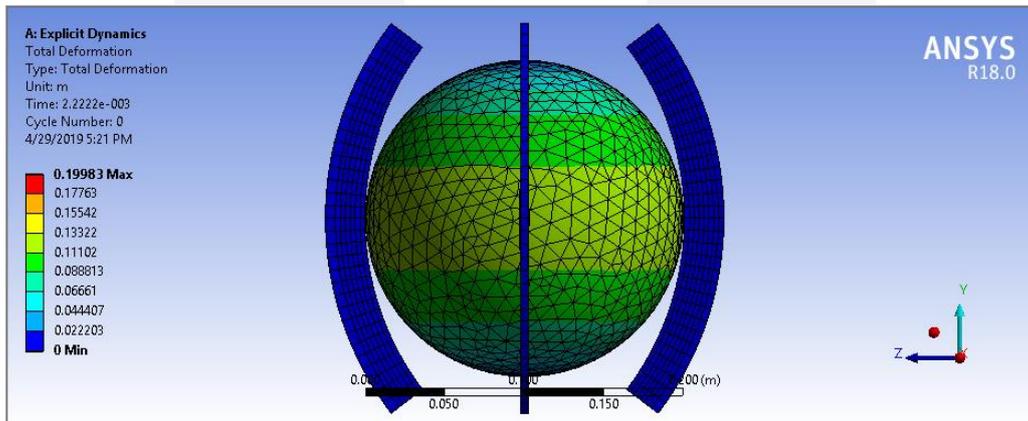
Tabel 3.6 Tabular Data Ekuivalent Stress

Equivalent Stress	
Time (s)	Maksimum (Pa)
1.18E-38	0.00E+00
5.00E-04	9.52E+08
1.00E-03	4.82E+08
1.50E-03	6.91E+08
2.00E-03	5.52E+08
2.50E-03	6.45E+08
3.00E-03	4.22E+08
3.50E-03	5.36E+08
4.00E-03	5.15E+08
4.50E-03	5.62E+08

5.00E-03	5.76E+08
5.50E-03	5.69E+08
6.00E-03	3.70E+08
6.50E-03	5.00E+08
7.00E-03	4.96E+08
7.50E-03	3.55E+08
8.00E-03	5.83E+08
8.50E-03	4.55E+08
9.00E-03	3.30E+08
9.50E-03	6.03E+08
1.00E-02	5.06E+08

b. Total Deformation

Deformasi merupakan perubahan bentuk atau ukuran dari sebuah objek karena adanya gaya yang diberikan. Ketika deformasi terjadi, gaya antara-molekul muncul melawan gaya yang diberikan. Apabila pembebanan gaya yang diberikan terlalu besar, objek akan tidak cukup melawan dari tekanan tersebut dan dapat menyebabkan kegagalan. Berikut merupakan Total Deformation yang dilakukan pada pisau saat melakukan pergerakan mengupas kulit ari kelapa.



Gambar 3.5 Total Deformation

Pada variable Total Deformation dilakukan beberapa percobaan simulasi dan diperoleh hasil simulasi tekanan yang diberikan pada saat pisau beroperasi. Berikut merupakan hasil tabular data tekanan yang dapat diterima pada part pisau:

Tabel 3.7 Tabular Data Total Deformation

Total Deformation	
Time (s)	Maksimum (m)
1.18E-38	2.93E-17
5.00E-04	1.80E-02
1.00E-03	3.58E-02
1.50E-03	5.33E-02

2.00E-03	7.05E-02
2.50E-03	8.70E-02
3.00E-03	0.10283
3.50E-03	0.11783
4.00E-03	0.13188
4.50E-03	0.14486
5.00E-03	0.15666
5.50E-03	0.1672
6.00E-03	0.17639
6.50E-03	0.18415
7.00E-03	0.19042
7.50E-03	0.19514
8.00E-03	0.19829
8.50E-03	0.19983
9.00E-03	0.19975
9.50E-03	0.19806
1.00E-02	0.19476

• **Tahap Post-Processing**

Setelah tahap *pre-processing* dan *processing* selesai dilakukan tahap selanjutnya adalah tahap *post-processing*. Dalam tahapan ini, merupakan tahap pelaksanaan visualisasi dari hasil simulasi ansys. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa sesuai dengan desain dan sistematika yang telah dilakukan pengujian berdasarkan *Finite Element Method*. Berikut merupakan time table pembuatan mesin.

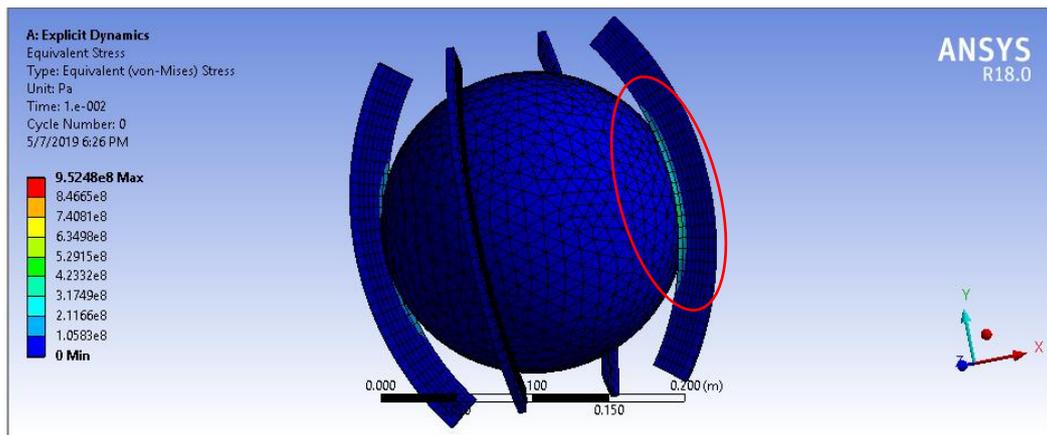
Tabel 3.8 Time Schedule

No.	Kegiatan	Minggu ke	JUNI			JULI	
			2	3	4	1	2
1	<u>Desain detail gambar produksi dan perencanaan belanja</u>						
2	<u>Pelaksanaan belanja dan revisi desain menyesuaikan part-part yang ada</u>						
3	<u>Produksi part-part custom sesuai gambar produksi</u>						
4	<u>Proses assembly</u>						
5	<u>Uji coba alat</u>						
6	<u>Evaluasi dan revisi</u>						

3.2 *Analisa Lifetime dan waktu proses pisau*

• **Analisa Hasil Model Simulasi Pisau**

Pada penelitian ini berfokus pada pengujian ketahanan pada bagian pisau dimana pengujian dilakukan untuk mengetahui *lifetime* dari bagian pisau tersebut untuk mengetahui tingkat keausan dari pisau tersebut dan dapat dilakukan *maintenance* yang tepat agar mesin dapat tetap beroperasi dengan baik. Berikut merupakan simulasi dengan output maksimal *stress* pada pisau.



Gambar 3.6 Hasil simulasi Equivalent Stress

Berdasarkan hasil dari Equivalent Stress menunjukkan bahwa maksimal stress yang didapatkan pisau agar tetap beroperasi dengan baik adalah sebesar $9.5248e^8$ Pa. Pada bagian sisi depan pisau terdapat daerah yang berwarna kekuningan yang berarti menahan stress yang lebih besar, sedangkan untuk yang berwarna hijau menandakan beban yang diterima lebih kecil. Dapat dilihat dari hasil pengujian menggunakan tipe Explicit Dinamis bahwa pisau aman ketika beroperasi hingga digunakan hingga maksimum stress nya. Untuk mengetahui kapasitas maksimum kinerja dari pisau dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 3.9 Output Ekuivalent Stress

Time [s]	Minimum [Pa]	Maximum [Pa]
1.18E-38	0	0
5.00E-04	11431	9.52E+08
1.00E-03	21445	4.82E+08
1.50E-03	27403	6.91E+08
2.00E-03	13671	5.52E+08
2.50E-03	11830	6.45E+08
3.00E-03	22583	4.22E+08
3.50E-03	16877	5.36E+08
4.00E-03	18617	5.15E+08
4.50E-03	22506	5.62E+08
5.00E-03	14515	5.76E+08
5.50E-03	15850	5.69E+08
6.00E-03	21873	3.70E+08
6.50E-03	28328	5.00E+08
7.00E-03	19728	4.96E+08
7.50E-03	19272	3.55E+08
8.00E-03	22180	5.83E+08

8.50E-03	18110	4.55E+08
9.00E-03	16598	3.30E+08
9.50E-03	12785	6.03E+08
1.00E-02	15760	5.06E+08

Berdasarkan hasil output ekuivalent stress diatas dapat diketahui maksimum stress yang didapat pada part pisau untuk 1 cycle. Data tersebut selanjutnya digunakan dalam pengukuran lifetime pada bagian pisau. Berikut data lifetime dan cycle time yang telah didapatkan dari pengujian simulasi di Ansys 18.0. Dari data diatas untuk 1 kali cycle pada mesin ini waktu proses nya adalah 10 s.

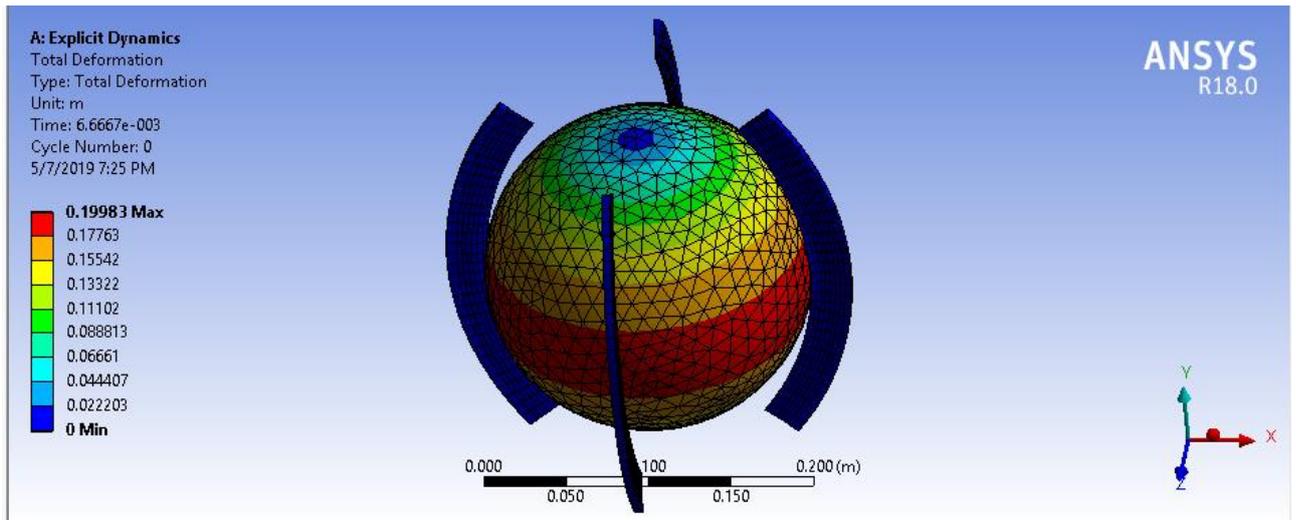
Tabel 4.0 Lifetime pisau

Alternating Stress Pa	Cycles	Mean Stress Pa
3.999e+009	10	0
2.827e+009	20	0
1.896e+009	50	0
1.413e+009	100	0
1.069e+009	200	0
4.41e+008	2000	0
2.62e+008	10000	0
2.14e+008	20000	0
1.38e+008	1.e+005	0
1.14e+008	2.e+005	0
8.62e+007	1.e+006	0

Setelah melakukan pengujian dengan explicit dinamis pisau akan beroperasi dengan baik setelah digunakan pada $100. e^{+6}$ cycle dengan maksimal stress yang diterima adalah $8.6200e^7$ Pa. Berdasarkan hasil dari table ekuivalent stress pada table V.2.1 dan simulasi animasi pada desain mesin yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa 1 kali cycle untuk menguliti 1 buah kelapa sayur kurang lebih 10 s. Sehingga lifetime pada pisau adalah 2777,78 jam kerja dari mesin tersebut. Setelah pemakaian telah mendekati lifetime dari pisau tersebut, harus dilakukan *maintenance* untuk memperpanjang dari umur mesin pengupas kulit ari kelapa ini.

- **Analisa Hasil Simulasi Objek Kelapa**

Setelah desain telah dibuat, simulasi dilakukan untuk melakukan pengujian berapa tekanan yang diperlukan untuk mengupas kulit ari kelapa dengan menyeluruh. Untuk mendapatkan nilai tekanan yang dibutuhkan, maka digunakanlah metode *Finite Element Method* untuk mengetahui nilai gaya yang dibutuhkan pada saat pisau mulai bekerja untuk menguliti kulit ari 1 buah kelapa. Berikut merupakan hasil dari *Total Deformation* untuk melihat tekanan yang dibutuhkan.



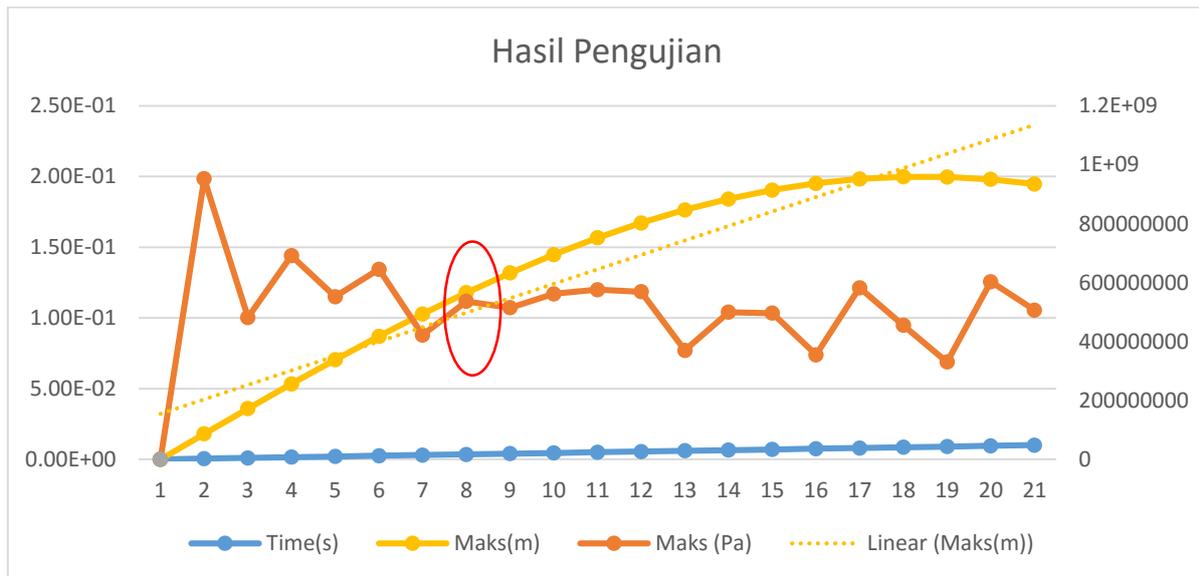
Gambar 3.7 Hasil Total Deformation

Setelah melakukan pengujian dari total deformation bahwa sesuai dengan ketebalan kulit ari kelapa adalah 0.11 m maka area yang berwarna hijau adalah ketebalan yang sesuai dengan ketebalan kulit ari kelapa. Total Deformation dilakukan untuk menentukan besarnya permukaan yang akan dikuliti ketika mesin beroperasi. Selanjutnya setelah melakukan pengujian dari 2 variabel tersebut bias di dapatkan data grafik sebagai berikut:

Tabel 4.1 Tekanan yang digunakan

	Equivalent Stress	Total Deformation
Time(s)	Maks (Pa)	Maks(m)
1.18E-38	0	2.93E-17
5.00E-04	9.52E+08	1.80E-02
1.00E-03	4.82E+08	3.58E-02
1.50E-03	6.91E+08	5.33E-02
2.00E-03	5.52E+08	7.05E-02
2.50E-03	6.45E+08	8.70E-02
3.00E-03	4.22E+08	0.10283
3.50E-03	5.36E+08	0.11783
4.00E-03	5.15E+08	0.13188
4.50E-03	5.62E+08	0.14486
5.00E-03	5.76E+08	0.15666
5.50E-03	5.69E+08	0.1672
6.00E-03	3.70E+08	0.17639
6.50E-03	5.00E+08	0.18415
7.00E-03	4.96E+08	0.19042
7.50E-03	3.55E+08	0.19514

8.00E-03	5.83E+08	0.19829
8.50E-03	4.55E+08	0.19983
9.00E-03	3.30E+08	0.19975
9.50E-03	6.03E+08	0.19806
1.00E-02	5.06E+08	0.19476



Gambar 3.8 Grafik Hasil Pengujian *Explicit Dynamic*

Dari grafik hasil pengujian dengan metode *Explicit Dynamic* dengan variable *Ekuivalent Stress* dengan *Total Deformation* didapatkan hasil tekanan yang dibutuhkan untuk menguliti kulit ari kelapa adalah $5.360e^{+8}$ Pa dan dengan tekanan yang diberikan permukaan yang terkuliti adalah 0.11m. Pada penelitian ini simulasi menggunakan tipe *Explicit Dynamic* untuk mencari persamaan keseimbangan antara waktu dengan tekanan yang digunakan untuk kestabilan akurasi dari sebuah model yang disimulasikan. (Madenci & Guven, 2015)

4. Kesimpulan

Jurnal ini menerapkan metode elmen hingga untuk mengoptimasi lifetime dan waktu proses padapengupasan kulit ari kelapa. Berikut merupakan kesimpulan berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan pada jurnal ini:

- Tujuan dari pengembangan mesin pengupas kulit ari kelapa ini adalah untuk memberikan usulan desain mesin terutama pisau untuk mencapai hasil pengupasan yang lebih bersih untuk mengoptimalkan hasil kelapa yang dikupas.
- Divisualisasikan dengan pembuatan mesin sesuai desain dan pengujian yang telah dilakukan bahwa proses simulasi pengujian mampu menghasilkan pengujian selayaknya pada proses penelitian dengan hasil perhitungan menggunakan software ansys untuk menguliti kulit ari kelapa 1 buah membutuhkan $5.360e^{+8}$ Pa dan dengan tekanan yang diberikan permukaan yang terkuliti adalah 0.11cm.
- Pengujian pada bagian pisau menggunakan *Explicit Dynamic* pada software Ansys menghasilkan output *maximum stress* pisau akan beroperasi dengan baik setelah digunakan pada $100.e^{+6}$ cycle dengan maksimal stress yang diterima adalah $8.6200e^7$ Pa sehingga lifetime pada pisau adalah 2777,78 jam kerja dari mesin tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Agmell, M., Ahadi, A., Gutnichenko, O., & St^oahl, J.-E. (2016). The influence of tool micro-geometry on stress distribution. *Int J Adv Manuf Technol*.
- [2] Arka, G. N., Vivekananda, K., & Sahoo, S. K. (2014). Design and Analysis of Ultrasonic Vibratory Tool (UVT) using FEM, and Experimental study on Ultrasonic Vibration-assisted Turning (UAT). *12th GLOBAL CONGRESS ON MANUFACTURING AND MANAGEMENT, GCMM 2014*, 1178 – 1186.
- [3] Brehl, D. E., & Dow, T. A. (2008). Review of vibration-assisted machining. *PRECISION ENGINEERING*, 153–172.
- [4] Eu-gene Ng & David K. Aspinwall (2002). MODELING OF HARD MACHINING, *Journal of Materials Processing Technology* 127 (2002) 222–229.
- [5] JESUDOSS., G. J. (2011). *GENERAL MACHINIST THEORY VOCATIONAL EDUCATION HIGHER SECONDARY - SECOND YEAR*. Tamilnadu: TAMILNADU TEXTBOOK CORPORATION.
- [6] M. Nad'a, *. (2010). Ultrasonic horn design for ultrasonic machining technologies. *Applied and Computational Mechanics*, 79–88.
- [7] Patil, M. N., & Sarange, S. (2014). Finite Element Analysis of Von Mises Stresses & Deformation at Tip of Cutting Tool. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)*.
- [8] Petropoulos, G., Kechagias, J., Dašić, P., & Iakovakis, V. (2009). EXPERIMENTAL ANALYSIS AND A NEURAL NETWORK SOLUTION FOR SURFACE FINISH IN TURNING OF ERTALON 66 GF-30 COMPOSITE. *9th International Conference "Research and Development in Mechanical Industry" RaDMI 2009*.
- [9] Otto, K. N., & Wood, K. L. (1998). Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology. *Research in Engineering Design*, 10(4), 226–243.
- [10] Wibolo, A., Wahyudi, S., & Sugiarto. (2011). OPTIMASI PARAMETER PEMOTONGAN MESIN BUBUT CNC. *Jurnal Rekayasa Mesin Vol.2*, 55-63.
- [11] Zhang, X., Kumar, A. S., Rahman, M., Nath, C., & Liu, K. (2011). Experimental study on ultrasonic elliptical vibration cutting of hardened steel. *Journal of Materials Processing Technology*, 1701– 1709.
- [12] Taufik, I. (2018). *Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa Otomatis*. 1-13.
- [13] Tungkot, P. (2017). *Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia dalam Persepektif Pembangunan Berkelanjutan Masyarakat Indonesia*. 1-10.