

**RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG BIBIT SINGKONG DENGAN  
METODE GERAK RESIPROKASI MATA PISAU TUNGGAL**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Haris Teguh Nugroho  
1717041059**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG BIBIT SINGKONG DENGAN METODE GERAK RESIPROKASI MATA PISAU TUNGGAL**

Oleh

**Haris Teguh Nugroho**

Telah dilakukan rancang bangun mesin pemotong bibit singkong dengan metode gerak resiprokasi mata pisau tunggal. Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun mesin pemotong bibit singkong dengan metode gerak resiprokrasi mata pisau tunggal dan meningkatkan presisi dan efisiensi waktu pemotongan bibit singkong. Pada penelitian ini dibuat 3 variasi kecepatan mata pisau yaitu pada  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , dan kecepatan penuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar putaran mesin maka akan meningkatkan persentase bibit baik dan kecepatan pemotongan. Kecepatan maksimum pemotongan bibit mecapai 117 bibit/menit atau 7020 bibit/jam dengan persentase bbit baik mencapai 97,44%. Jumlah batang maksimum yang dapat dilakukan dalam sekali potong berjumlah 9 batang. Meningkatkan spesifikasi mesin dapat meningkatkan kecepatan dan efektifitas pemotongan.

Kata kunci: Mesin, singkong, efektifitas, kecepatan, bibit.

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND DEVELOPMENT OF A CASSAVA SEEDLING CUTTING MACHINE USING A SINGLE BLADE RECIPROCATING MOTION METHOD**

By

**Haris Teguh Nugroho**

The design and development of a cassava seedling cutting machine using a single-blade reciprocating motion method have been carried out. This study aims to design and develop a cassava seedling cutting machine with a single-blade reciprocating motion method to improve the precision and time efficiency of cutting cassava seedlings. In this study, three blade speed variations were made, namely at speeds of  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , and full speed. The results showed that the higher the machine's rotation, the higher percentage of good seed and cutting speed of the machine. The maximum cutting speed of seedlings reached 117 seedlings/minute or 7020 seedlings/hour with percentage of good seed is 97.44%. The maximum number of stems that can be cut in a single operation is 9 stems. Enhancing the machine specifications can increase the cutting speed and effectiveness.

Keywords: Machine, cassava, effectiveness, speed, seed.

**RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG BIBIT SINGKONG DENGAN  
METODE GERAK RESIPROKASI MATA PISAU TUNGGAL**

**Oleh**

**Haris Teguh Nugroho  
1717041059**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat ntuk Mencapai Gelar Sarjana Sains**

**Pada**

**Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Mesin Pemotong Bibit Singkong Dengan Metode Gerak Resiprokasi Mata Pisau Tunggal**

Nama Mahasiswa : Haris Teguh Nugroho

Nomor Pokok Mahasiswa : 1717041059

Jurusan : Fisika

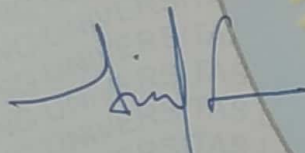
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**MENYETUJUI**

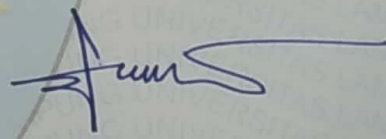
**1. Komisi Pembimbing**

Pembimbing I

Pembimbing II

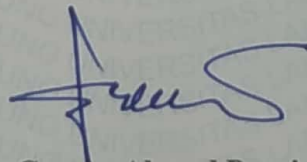


**Arif Surtono S.Si., M.Si., M.Eng**  
NIP. 19710909 200012 1 001



**Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**  
NIP. 19801010 200501 1 002

**2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA**

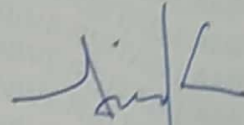


**Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T**  
NIP. 19801010 200501 1 002

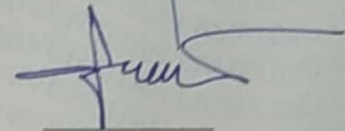
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : Arif Surtono S.Si., M.Si., M.Eng

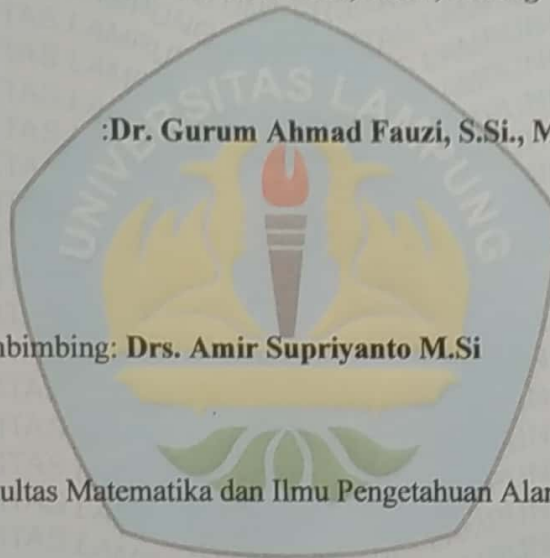
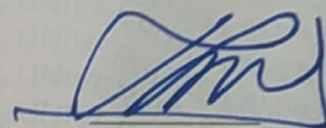


Sekretaris : Dr. Gurum Ahmad Fauzi, S.Si., M.T



Penguji

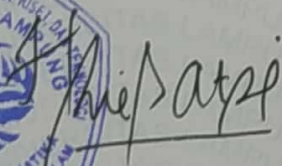
Bukan Pembimbing: Drs. Amir Supriyanto M.Si



### 2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si  
NIP. 197110012005011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 20 Juni 2024

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain. Sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebut dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 20 Juni 2024



**Haris Teguh Nugroho**  
1717041059

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Terbanggi besar pada tanggal 11 Desember 1998, sebagai anak ke-2 dari pasangan Bapak Sutopo dan Ibu Suprihatin. Penulis memulai pendidikan dari taman kanak-kanak di TK Dharmawanita Bumi Dipasena Jaya pada tahun 2004-2005. Kemudian melanjutkan pendidikan di SDN 01 Bumi Dipasena Jaya pada tahun 2005-2011. Penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 01 Rawajitu Timur pada tahun 2011-2012. Penulis pindah sekolah ke SMPN 1 Banjar Agung pada tahun 2012-2014. Penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 01 Banjar Agung pada tahun 2014-2017. Pada tahun 2017 penulis resmi menjadi mahasiswa S1 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam, Universitas Lampung melalui jalur tes SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti Kontes Robot Indonesia (KRI) tahun 2019. Menjadi asisten praktikum pemograman berbasis objek (PBO) pada tahun 2021.



## MOTTO

*"When everything seems to be going against you, remember that the  
airplane takes off against the wind, not with it"*  
*(Henry Ford)*

*"Jangan mengeluhkan hal-hal buruk yang datang dalam hidupmu.  
Tuhan tak pernah memberikannya, kamulah yang membiarkannya  
datang"*  
*(R.A. Kartini)*

## PERSEMBAHAN

**Puji syukur penulis penjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan hidayah, sehingga penulis masih dibeikan kesempatan untuk meyelesaikan skripsi ini. Tak lupa shalawat serta salam tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW.**

Sebagai tanda hormat dan terimakasih, saya persembahkan karya kecil ini kepada:

***“Bapak Sutopo dan Ibu Suprihatin”***

Semoga karya ini dapat menjadi kebanggaan kecil buat bapak dan ibu tercinta

***“Keluarga Besarku”***

Atas segala doa dan dukungannya

***“Sahabatku”***

Terimakasih telah berbagi tawa, sedih, senang, susah dan kebersamaan selama ini

***“fisika 2017”***

***“Universitas Lampung”***

Almamater Tercinta

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi S1 di jurusan Fisika FMIPA di Universitas Lampung serta dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“Rancang Bangun Mesin Pemotong Bibit Singkong Dengan Metode Gerak Resiprokasi Mata Pisau Tunggal”**. Penelitian ini membahas tentang proses pembuatan mesin pemotong bibit singkong dari proses desain, perakitan dan pengujian.

Penulis menyadari dalam penelitian skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak guna memperbaiki kesalahan atau ketidaksempurnaan dari skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat dijadikan referensi penelitian terkait .

Bandar Lampung,      Juni 2024  
Penulis

Haris Teguh Nugroho

## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Rancang Bangun Mesin Pemotong Bibit Singkong dengan Metode Gerak Resiprokasi Mata Pisau Tunggal” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng., selaku pembimbing utama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini,
2. Bapak Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.Si., selaku pembimbing kedua atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
3. Bapak Drs. Amir Supriyanto, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji pada ujian skripsi. Terimakasih untuk masukan dan saran saran pada seminar terdahulu;
4. Ibu Dr.Yanti Yulianti S.Si., M.Si., selaku pembimbing akademik;
5. Bapak Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika;
6. Seluruh Dosen Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung atas segala ilmu yang diberikan baik dalam perkuliahan dan yang lainnya;
7. Seluruh karyawan dan staff tata usaha Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung
8. Kedua orang tua tercinta Bapak Sutopo dan Ibu Suprihatin yang telah memberiikan dukungan dan bantuan kepada penulis dalam menjalani perkuliahan sampai dengan selesai dan seluruh keluargaku yang telah membantu dan mendukung penulis;

9. Teman teman sejawat, khususnya Muhammad Arif, Farah Irena Putri Maharani, Dhea Amanda, dan Nurul Aini yang telah berbagi ilmu, pengalaman, dan dukungan selama proses pengerjaan tugas akhir ini;

Bandar Lampung, 20 Juni 2024

Haris Teguh Nugroho

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>III</b>
<b>MENGESAHKAN .....</b>	<b>VI</b>
<b>PERNYATAAN .....</b>	<b>VII</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>VIII</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>IX</b>
<b>PERSEMBAHAN .....</b>	<b>X</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>XI</b>
<b>SANWACANA.....</b>	<b>XII</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>XIV</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>XVII</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4

<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terkait .....	5
2.2 Singkong (Manihot Esculenta Crantz) .....	7
2.3 Setek .....	8
2.4 <i>Dimmer</i> .....	9
2.5 Tachometer .....	10
2.6 <i>Autodesk Inventor</i> .....	11
2.6.1 <i>Sketch</i> .....	12
2.6.2 <i>Assembly</i> .....	13
2.6.3 <i>Drawing</i> .....	14
2.7 <i>Flywheel</i> .....	14
2.8 Torsi .....	15
2.9 Engkol Peluncur .....	16
 <b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	 <b>17</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	17
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	22
3.4 Prosedur Penelitian .....	23
3.4.1 Perancangan Sistem Mekanik Alat .....	23
3.4.2 Perancangan Sistem Elektrik .....	25
3.4.3 Pembuatan Alat .....	26
3.4.4 Uji Kinerja Alat .....	26
3.4.5 Finishing .....	27
3.5 Rancangan Data Penelitian .....	27
 <b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	 <b>28</b>
4.1 Sistem Mekanik Alat .....	28
4.2 Sistem elektrik Alat .....	31
4.3 Kecepatan putar, torsi dan energi kinetik alat .....	33
4.4 Kinerja Pemotongan Mesin .....	34
4.4.1 Kecepatan Putar Mesin Gerinda .....	34
4.4.2 Pengujian Alat .....	35
4.5 Perbandingan dengan pemotong konvensional .....	39
 <b>BAB V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	 <b>41</b>
5.1 Simpulan .....	41
5.2 Saran .....	41

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>42</b>
----------------------------	-----------



## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Pemotong bibit singkong .....	5
Gambar 2.2 Desain pemotong bibit singkong, (a) single block cutter, (b) double block cutter.....	6
Gambar 2.3 Singkong .....	7
Gambar 2.4 Dimmer .....	9
Gambar 2.5 Rangkaian Dimmer.....	10
Gambar 2.6 Tachometer.....	10
Gambar 2.7 Tampilan awal Autodesk Inventor .....	11
Gambar 2.8 Tampilan sketch pada software autodesk inventor.....	12
Gambar 2.9 Tampilan fitur assembly pada autodesk inventor.....	13
Gambar 2.10 Tampilan fitur <i>drawing</i> pada autodesk inventor .....	14
Gambar 2.11 Flywheel.....	15
Gambar 2.12 Mekanisme mesin resiprokasi .....	16
Gambar3. 1 Diagram alir penelitian .....	22
Gambar3. 2 Rancangan 3D mesin pemotong bibit singkong tampak bawah.....	23
Gambar3. 3 Rancangan 3D mesin pemotong bibit singkong tampak atas.....	24
Gambar3. 4 Rancangan 3D mekanisme gerak mesin pemotong bibit singkong...	24
Gambar3. 5 Rancangan sistem elektrik pada mesin pemotong bibit singkong.....	25
Gambar 4. 1 gambar rangka .....	29

## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian .....	17
Tabel 3.2 Rancangan data hasil penelitian.....	27
Tabel 4.1 Data pengujian mesin pemotong bibit singkong kasesart .....	35

## **BAB I.PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Singkong ditemukan pertama kali di Amerika Selatan, tepatnya di negara Brasil. Pada abad ke-18, singkong mulai tersebar ke penjuru dunia dimulai dari Afrika hingga ke Indonesia. Singkong pertama kali masuk ke Indonesia diperkirakan pada tahun 1852 tepatnya di daerah Jawa Timur (Utama & Rukismono, 2018). Singkong tersebar ke seluruh wilayah Indonesia sekitar tahun 1914 – 1918 saat Indonesia mengalami krisis pangan sehingga singkong digunakan sebagai makanan pokok pengganti beras dan jagung (Gardjito et al., 2013).

Pada tahun 2021, Indonesia memproduksi singkong sebesar 15,731 juta ton. Lampung menjadi daerah penghasil singkong terbesar dengan total produksi mencapai 5,643 juta ton. Angka produksi singkong yang besar sebanding dengan luas panen Indonesia yang mencapai 631 ribu hektar pada tahun 2021 (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian, 2022)

Dalam proses produksi singkong, terdapat beberapa tahapan yang dilakukan seperti proses penggemburan tanah menggunakan bajak, pembibitan, penanaman, perawatan dan proses panen. Proses pembibitan singkong memiliki peran yang cukup besar dalam upaya peningkatan hasil panen singkong. Metode pembibitan singkong yang paling sering digunakan adalah dengan metode setek.

Setek merupakan metode pengembangbiakan tanaman dengan menggunakan bagian tanaman induknya. Metode setek memiliki keunggulan yaitu dapat menghasilkan tanaman yang memiliki sifat yang sama dengan induknya (Duaja et al., 2020).

Bibit singkong yang dibutuhkan dalam satu hektarnya mencapai 11.200 – 18.000 bibit tanaman singkong (Kementan, 2016). Satu batang singkong dapat diperoleh 10-20 bibit (Roja, 2009). Setek batang diambil dari tanaman yang berumur 8-12 bulan dan dipotong dengan panjang ukuran setek 20-25 cm (10-12 mata tunas) dengan diameter setek 2-3 cm (Nasir et al., 2016).

Kebutuhan bibit singkong per hektar yang besar mengakibatkan lamanya proses pemotongan bibit. Proses pemotongan secara manual batang singkong menjadi setek per hektar membutuhkan 10 hari orang kerja (HOK) dan penanaman secara manual membutuhkan 8 hari orang kerja (HOK) perhektar (Suwanto & Lubis, 2021). Pemotongan setek manual biasanya dilakukan dengan menggunakan golok tebas maupun gergaji yang memiliki keberagaman mencapai 60%, tingkat kerusakan mencapai 20% dengan kecepatan pemotongan 3600 bibit/jam (Ulum, 2019). Tingkat kerusakan yang tinggi mengakibatkan banyaknya bibit yang terbangun dan semakin lamanya pengumpulan bibit setek yang baik untuk ditanam.

Pada era modern, banyak mesin-mesin pertanian yang berhasil diciptakan untuk meringankan petani dalam proses produksi maupun efisiensi dalam pengerjaannya. Mesin pertanian terus berkembang dari tahun ke tahun. mesin pertanian tidak dapat dipisahkan dari petani karena sangat membantu petani dari segi biaya produksi hingga efisiensi dalam proses produksi hasil pertanian (Bakri, 2019).

Mesin pemotong singkong mayoritas masih menggunakan metode gerak linier yang memiliki kekurangan dalam presisi pemotongan. Penelitian yang dilakukan Nwaeche et al. (2022), memperlihatkan desain pemotong bibit singkong masih menggunakan dua tahapan proses pada saat pemotongan yaitu peletakan batang

singkong pada pendorong dan pendorongan tuas sampai batang singkong terpotong sempurna. Banyaknya tahapan yang dilakukan akan berpengaruh pada kecepatan pemotongan bibit singkong. Penelitian tersebut lalu dikembangkan Asmara et al.( 2022), dengan membuat mekanisme yang sama tetapi menambah jumlah blok pemotong yang bertujuan untuk menambah kapasitas pemotong bibit singkong. Penelitian yang dilakukan Lungkapin et al.( 2007), memperlihatkan desain pemotong bibit singkong dengan metode pemotongan perbatang singkong yang mengakibatkan lamanya proses pemotongan. Desain tersebut juga memiliki kelemahan berupa corong masuk batang singkong yang lurus dan berukuran tertentu menyebabkan batang singkong yang memiliki lengkungan dan berukuran besar tidak dapat di proses, serta batang singkong yang memiliki ukuran yang relatif lebih kecil akan goyang pada proses pemotongan yang menyebabkan kerusakan pada bibit singkong. Sedangkan pada penelitian Ikejiofor (2012), membuat mesin pemotong bibit singkong dengan dengan cara memasukkan batang singkong secara horizontal pada corong trapesium yang terdapat 3 buah mata pisau. Pada saat uji coba, mesin tersebut memiliki tingkat kerusakan bibit mencapai 5 %.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka penelitian ini akan dilakukan rancang dan bangun mesin pemotong bibit singkong dengan metode gerak resiprokasi mata pisau tunggal yang dapat meningkatkan presisi dan kecepatan pemotongan. Mesin ini akan dirancang menggunakan *software Autodesk Inventor* untuk meminimalisir kesalahan dalam pembuatannya. Mekanisme mesin pemotong bibit singkong ini dibuat semi otomatis dengan memanfaatkan gerak resiprokasi sehingga dapat memudahkan petani dalam mesin pemotong bibit singkong ini. Mesin dirancang menggunakan bahan yang banyak tersedia di masyarakat untuk memudahkan petani dalam pembuatan ulang mesin pemotong bibit singkong ini.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah.

1. bagaimana melakukan rancang bangun mesin pemotong bibit singkong dengan metode gerak resiprokasi mata pisau tunggal ?
2. bagaimana cara meningkatkan presisi dan efisiensi waktu mesin pemotong bibit singkong?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut.

1. Melakukan rancang bangun mesin pemotong bibit singkong dengan metode gerak resiprokasi mata pisau tunggal.
2. Meningkatkan presisi dan efisiensi waktu mesin pemotong bibit singkong.

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Batang singkong yang digunakan merupakan varietas kasesart dan thailand.
2. Penelitian dilakukan pada tempat yang tersedia sumber tegangan listrik.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan alternatif solusi untuk meningkatkan presisi dan kecepatan pemotongan bibit singkong.
2. Memberikan informasi tentang cara merancang dan membangun mesin pemotong bibit singkong dengan metode gerak resiprokasi mata pisau tunggal.
3. Dapat diaplikasikan pada industri pertanian dalam proses pemotongan bibit singkong.

## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian Terkait**

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis terinspirasi dan mereferensi dari penelitian - penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan latar belakang masalah pada skripsi ini. Adapun penelitian yang berhubungan dengan skripsi ini antara lain yaitu:

Mesin pemotong bibit singkong dibuat oleh Lungkapin et al. (2007), di desain seperti Gambar 2.1. Mesin dirancang untuk melakukan pemotongan perbatang singkong. Metode ini mengakibatkan lama nya proses pemotongan dengan kecepatan rata rata 5034 setek/jam dengan tingkat efisiensi sebesar 83,91%. Desain tersebut juga memiliki kelemahan berupa corong masuk batang singkong yang lurus dan berukuran tertentu menyebabkan batang singkong yang memiliki lengkungan dan berukuran besar tidak dapat di proses, serta batang singkong yang memiliki ukuran yang relatif lebih kecil akan goyang pada proses pemotongan yang menyebabkan kerusakan pada bibit singkong.



Gambar 2.1 Pemotong bibit singkong(Lungkapin et al., 2007)

Penelitian yang dilakukan Nwaeche et al. (2022), mendesain mesin pemotong bibit singkong yang menggunakan 3 mata pisau yang terhubung dengan besi sebagai poros dan digerakkan oleh motor listrik berkekuatan 2 hp. Penelitian ini menunjukkan pengaruh jumlah batang singkong dengan rpm pisau potong terhadap efisiensi pemotongan bibit singkong. Putaran mata pisau dengan rpm tinggi relatif memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibanding dengan rpm rendah. Desain penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 (a).

Penelitian tersebut dikembangkan oleh Asmara et al.(2022), merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya dengan menambah jumlah blok dan mata pisau potong untuk meningkatkan kecepatan pemotongan. Desain ini dapat dilihat pada Gambar 2.2(b). Mesin ini memiliki kecepatan pemotongan mencapai 14750 bibit/jam dan dioperasikan oleh tiga orang operator.



(a)



(b)

Gambar 2.2 Desain pemotong bibit singkong, (a) single block cutter (Nwaeche et al., 2022), (b) double block cutter (Asmara et al., 2022)

Penelitian Ikejiofor (2012), membuat mesin pemotong bibit singkong dengan dengan cara memasukkan batang singkong secara horizontal pada corong trapesium yang terdapat 3 buah mata pisau. Pada saat uji coba, mesin tersebut memiliki tingkat kerusakan bibit mencapai 5 %.



## 2.2 Singkong (Manihot Esculenta Crantz)

Singkong pertama diketahui di Amerika Selatan dan berkembang di Brasil dan Paraguay. Singkong masuk Indonesia pada abad ke-16 oleh orang Portugis dan dijual secara umum pada tahun 1810 (Bargumono, 2013).



Gambar 2.3 Singkong (Bargumono, 2013)

Singkong (*Manihot esculenta crantz*) masuk dalam family *Euphorbiaceae* bersama karet (*Hevea brasiliensis*) dan biji jarak (*Ricinus communis*). Tanaman singkong termasuk dalam kategori tanaman kayu abadi yang umumnya di tanam dengan menggunakan potongan yang diambil dari batang singkong (Cock, 1985). Singkong merupakan tanaman berkayu yang berbatang silindris dengan diameter 2-6 cm, memiliki ruas yang tersusun secara berselang-seling. Daunnya merupakan daun tunggal, ujung meruncing, susunan tulang daun menjari dengan jumlah 5-9 helai. Bunga singkong tergolong *monocious* dengan bunga jantan dan betina terletak pada tangkai bunga yang berbeda dalam satu batang pada tiap tanaman. Umbi kayu secara anatomi sama dengan akar, tidak mempunyai mata tunas sehingga tidak bisa digunakan dalam perkembangbiakan vegetatif (Nasir et al., 2016).

Pada perdagangan internasional, ketela pohon atau ubi kayu memiliki nama lain di berbagai negara seperti : *cassava* (Inggris), *yuka* (Spanyol), *mandioca* (Portugal), dan *casaave* (Belanda). Pada daerah di Indonesia singkong sering disebut juga

sebagai *kaspe* (Jawa Tengah), *telo puhung* (Jawa Timur), dan *sampeu* atau *dangdeur* atau singkong (Jawa Barat). Singkong dapat digunakan sebagai pakan ternak, sumber energi, bio etanol. Singkong juga dapat diolah langsung untuk dikonsumsi (Djuwardi, 2009). Salah satu produk dari pengolahan singkong adalah tepung tapioka atau sering disebut tepung aci atau tepung kanji. Tepung tapioka dapat diolah kembali hingga menghasilkan produk turunan seperti sirup glukosa dan destrin. Glukosa dan destrin digunakan pada industri makanan seperti industri kembang gula, pengalengan buah-buahan, minuman, pengolahan es krim, dan industri peragian. Selain itu, tepung tapioka banyak digunakan sebagai bahan pengental, bahan pengisi, dan bahan pengikat dalam industri makanan (Utama & Rukismono, 2018).

### 2.3 Setek

Setek berasal dari kata *stuk* (bahasa Belanda) dan *cuttage* (bahasa Inggris) yang memiliki arti potongan. Setek merupakan metode perkembangbiakan tanaman dengan menggunakan potongan tubuh tanaman induknya. Setek termasuk dalam perkembangbiakan vegetatif. Cara ini dapat menghasilkan tanaman yang memiliki sifat yang sama dengan induknya. Perbanyakan dengan metode setek mudah dilakukan karena tidak memerlukan peralatan khusus dan teknis pelaksanaan yang tidak rumit. Setek dapat menghasilkan tanaman baru dalam jumlah banyak dengan bahan tanaman yang relatif sedikit (Duaja et al., 2020).

Setek yang sehat / baik untuk penanaman singkong adalah sebagai berikut.

1. Bibit singkong yang digunakan berumur 10-12 bulan.
2. Bibit singkong harus disimpan di tempat rimbun tidak lebih dari 2 minggu sebelum dipotong dan ditanam
3. Bibit singkong disimpan secara vertikal di tempat rimbun (tidak terkena sinar matahari langsung)
4. Bibit singkong dipotong dengan benda tajam dengan panjang 25 cm dengan 5-7 mata tunas (Tarawali et al., 2013)

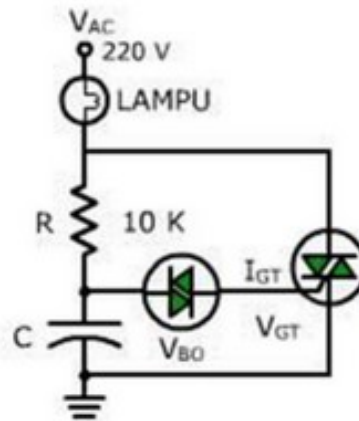
## 2.4 Dimmer

*Dimmer* biasa digunakan pada sistem penerangan yang berfungsi sebagai pengatur intensitas cahaya lampu untuk mengurangi penggunaan energi listrik. Prinsip kerja dari sebuah rangkaian *dimmer* adalah dengan mengatur fasa penyalan tegangan AC yang melintasi beban (Aulia et al., 2019). Secara umum bentuk *dimmer* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Dimmer ([www.bukalapak.com](http://www.bukalapak.com))

DIAC kepanjangan dari *Diode Alternating Current*. DIAC mempunyai dua buah elektroda atau terminal yang dapat menghantarkan listrik dari kedua arah. DIAC dibuat seperti transistor dengan struktur PNP dengan lapisan N dibuat sangat tipis sehingga elektron dapat menembusnya. TRIAC kepanjangan dari Triode Alternating Current yang dapat mengendalikan daya bolak balik secara penuh. TRIAC dibuat menyerupai SCR () namun dapat menghantarkan arus dalam 2 arah. *Dimmer* merupakan bentuk pengaplikasian dari DIAC-TRIAC. Pada *dimmer*, DIAC digunakan sebagai pemicu TRIAC agar ON pada tegangan input tertentu yang relatif tinggi. Rangkaian *dimmer* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Rangkaian Dimmer (Muda, 2013)

Pada rangkaian *dimmer*, resistor R biasanya diganti dengan potensiometer. Kapasitor C dan rangkaian R digunakan untuk menggeser fasa tegangan  $V_{AC}$ . Lampu akan menyala redup dan terang tergantung pada saat kapan TRIAC di picu (Muda, 2013).

## 2.5 Tachometer



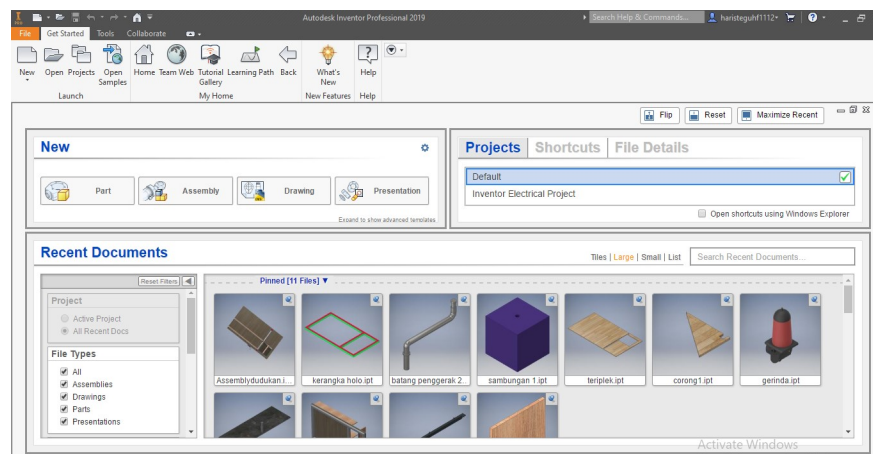
Gambar 2.6 Tachometer (Meyer & Wray, 2003)

Tachometer merupakan instrumentasi yang digunakan untuk mengukur jumlah putaran sebuah objek dalam interval waktu tertentu. Biasanya akan ditampilkan dalam satuan revolusi per menit atau sering disebut RPM (Liang et al., 2005).

Tachometer secara umum memiliki 2 tipe yaitu kontak dan non kontak. Tachometer kontak harus memiliki kontak langsung dengan benda yang berputar. Tachometer nonkontak biasanya lebih kompleks daripada tipe non kontak, tetapi dapat melakukan pengukuran jarak jauh dari mesin yang bergerak. Contoh tachometer non kontak dapat dilihat pada Gambar 2.6 (Meyer & Wray, 2003).

## 2.6 Autodesk Inventor

*Autodesk Inventor* merupakan salah satu perangkat lunak jenis *Computer Aided Drawing* (CAD) yang diproduksi oleh Autodesk Inc yang diluncurkan pada tahun 1999 sebagai model parametrik (penggunaan parameter desain) 3D. *Autodesk Inventor* menyediakan berbagai fitur yang memudahkan dalam pembuatan desain mekanik, dokumentasi, dan simulasi produk 3D yang mudah digunakan (Wibawa, 2018). Pada Gambar 2.7 merupakan tampilan yang akan ditemui pada saat awal masuk ke aplikasi *autodesk inventor* yang terdiri dari beberapa menu seperti *part*, *assembly*, *drawing*, dan *presentation*.



Gambar 2.7 Tampilan awal Autodesk Inventor

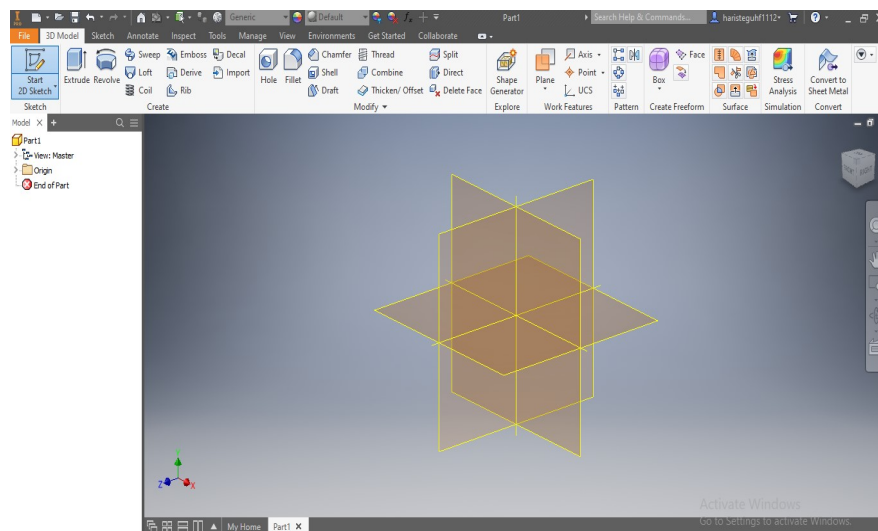
Kelebihan-kelebihan *Autodesk Inventor* :

- a. Kemampuan desain dan pengeditan dalam bentuk solid model sehingga editor dapat memodifikasi desain tanpa harus membuat ulang

- b. Dapat memvisualisasikan file *assembly*
- c. Kemampuan *automatic create technical 2D drawing*
- d. Material *part* terlihat nyata
- e. Kemampuan mensimulasikan analisis produk desain dengan baik

Kelebihan-kelebihan tersebut akan memberikan keuntungan berupa efisiensi dan efektivitas waktu dari produk yang di desain serta mengurangi kesalahan dalam pembuatan desain sebuah produk (Sukiman et al., 2021). Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pembuatan desain di *Autodesk Inventor* adalah sebagai berikut

### 2.6.1 Sketch



Gambar 2.8 Tampilan sketch pada software autodesk inventor

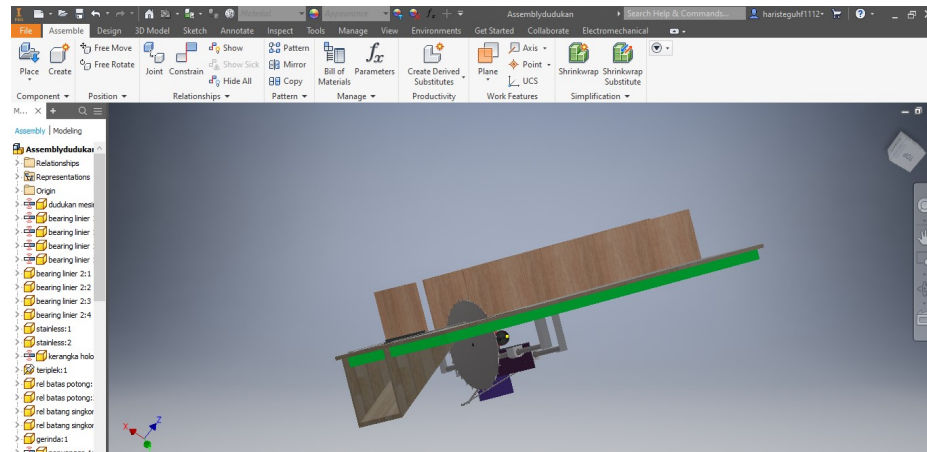
Pada Gambar 2.8 menampilkan tampilan awal *Autodesk Inventor* yang menyediakan 2 jenis sketsa yaitu sketsa 2D dan sketsa 3D. pengerjaan dasar dalam membuat sketsa 2D adalah:

1. Memilih *plane* yang ingin dibuat sketsa.
2. Membuat proyeksi geometri dari fitur ke posisi geometri baru.
3. Membuat bentuk geometri seperti garis, lingkaran, dan lainnya untuk dihubungkan satu sama lain.

4. Pastikan dimensi geometri telah didefinisikan dengan benar dan tidak ada bagian sketsa yang dapat berubah secara tidak sengaja.

Langkah ini terus dilakukan dan menjelajahi dasar pembuatan sketsa (Curtis, 2013).

## 2.6.2 Assembly

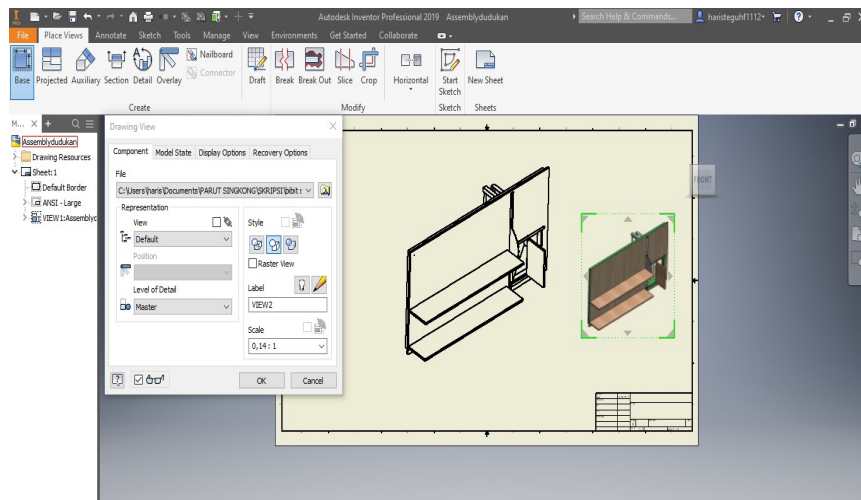


Gambar 2.9 Tampilan fitur assembly pada autodesk inventor

*Assembly* merupakan tahapan perakitan bagian bagian desain dalam sebuah file yang terdapat informasi penting yang dibutuhkan dalam proses perakitan *part* komponen tersebut. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.9. Dalam proses *assembly* akan ditemukan beberapa istilah berikut

1. *Grounded component* merupakan komponen dasar dari sebuah *assembly*. *Grounded component* tidak dapat digerakkan .
2. *Assembly constraints* berfungsi untuk membatasi pergerakan *part* dengan mengurangi nilai derajat kebebasan dari sebuah komponen (Utama, 2014).

### 2.6.3 Drawing



Gambar 2.10 Tampilan fitur *drawing* pada autodesk inventor

*Drawing* merupakan fitur pembuatan gambar 2D yang merepresentasikan gambaran nyata dari sebuah benda yang didesain. Fitur *drawing* memungkinkan dalam pembuatan gambar 2D yang berskala dengan ukuran asli desain yang telah dibuat. *Autodesk Inventor* memiliki berbagai file idw (*drawing*) dengan standar penyusunan yang telah ditentukan seperti standar ISO, standar BIN, dan standar DIN (Tickoo, 2015).

### 2.7 Flywheel

*Flywheel* menyimpan energi pada masa yang berputar yang bergantung pada inersia dan kecepatannya. Energi kinetik yang tersimpan dalam mekanisme *flywheel* yang ditunjukkan pada Gambar 2.11 sebanding dengan massa dikali dengan kuadrat kecepatan rotasinya.

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (2.1)$$

Dimana  $E_k$  merupakan energi kinetik yang tersimpan di dalam roda gila,  $I$  merupakan momen inersia dan  $\omega$  merupakan kecepatan sudut dari roda gila. Momen inersia yang terjadi pada silinder pejal dapat diketahui melalui persamaan

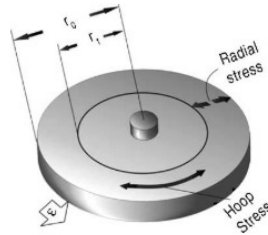


$$I = \frac{1}{2}r^2m = \frac{1}{2}r^4\mu a\rho \quad (2.2)$$

Dimana  $r$  merupakan jari jari silinder dan  $a$  merupakan panjang silinder,  $m$  adalah massa dan  $\rho$  merupakan massa jenis material silinder. Selain bentuk silinder pejal, bentuk silinder berongga juga sering digunakan pada roda gila yang memenuhi persamaan

$$I = \frac{1}{4}m(r_o^2 + r_i^2) = \frac{1}{4}\mu a\rho(r_o^4 - r_i^4) \quad (2.3)$$

(Bolund et al., 2007)



Gambar 2.11 Flywheel (Bolund et al., 2007)

## 2.8 Torsi

Torsi merupakan besaran yang dapat menyebabkan sebuah titik berputar. Torsi secara umum memenuhi persamaan

$$\tau = \vec{F} \times \vec{r} \quad (2.4)$$

Dimana  $\tau$  melambangkan torsi (Nm),  $F$  merupakan gaya yang bekerja (N) dan  $r$  merupakan lengan gaya (m). Hubungan antara daya, torsi, dan kecepatan sudut dapat ditulis dalam persamaan

$$P = \frac{2\pi * RPM * \tau}{60} \quad (2.5)$$

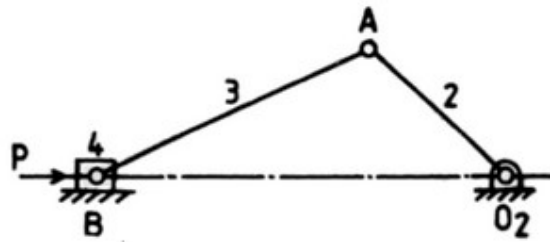
$P$  merupakan daya dalam satuan watt, RPM merupakan kecepatan sudut dalam satuan revolusi per menit. Jika kecepatan sudut dalam satuan rad/s maka persamaan diatas dapat ditulis menjadi

$$p = \tau \omega \quad (2.6)$$

$\omega$  merupakan kecepatan sudut dalam satuan rad/s (Raghavendra & Krishnamurthy, 2013)

## 2.9 Engkol Peluncur

Engkol peluncur sering digunakan dalam dunia permesinan seperti pergerakan piston kendaraan bermotor. Mekanisme pergerakan bolak balik piston ditunjukkan pada Gambar 2.12. Gaya dorong gas pada piston ditunjukkan pada huruf p dimana itu dibutuhkan untuk menganalisis gaya dari sistem tersebut secara lengkap (gaya gesek diabaikan). Gaya p ditunjukkan sebagai gaya reaktif. Pada gambar ini penghubung 4 membentuk pasangan geser dan pasangan putar / belok dengan penghubung 3 (Rao & Dukkupati, 2007).



Gambar 2.12 Mekanisme mesin resiprokasi (Rao & Dukkupati, 2007)

### BAB III. METODE PENELITIAN



#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan September 2022 di desa Mujirahayu, Lampung Tengah, Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1

**Tabel 3.1** Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama	Fungsi	Foto
1	Mesin las	Menyambung logam seperti besi dan aluminium	
2	Gerinda potong	Untuk memotong besi holo maupun plat besi dan sebagai mesin utama pemotong bibit singkong.	

---

3	<i>Jigsaw</i>	Memotong teriplek	
4	Penggaris siku	Untuk membuat tanda dan memperkirakan kesimetrisan benda atau objek	
5	Meteran	Untuk mengukur panjang	
6	Multimeter	Untuk melakukan pengecekan arus rangkaian listrik	
7	Bor	Melubangi plat besi maupun teriplek	








---

---

8	Obeng	Memasang baut	
9	Dinamo <i>wiper</i>	Sebagai mesin penggerak resiprokasi	
10	Besi holo	Bahan pembentuk kerangka meja mesin	
11	Teriplek	Bahan utama untuk membuat meja, corong, dan batas potong singkong pada penelitian ini	
12	Mata serkel kayu 14 inch	sebagai alat potong utama batang singkong	



---

---

13	<i>Bearing linier</i>	Memudahkan mesin bergerak pada rel (batang aluminium)	
14	Pelat besi	Bahan pembuatudukan mesin potong	
15	Batang aluminium	Sebagai rel mesin potong	
16	<i>Dimmer</i>	Pengatur kecepatan mesin potong	
17	<i>Push button</i>	Digunakan sebagai tombol emergency untuk mematikan keseluruhan mekanisme mesin	
18	Sakelar	Menghidupkan atau mematikan mekanisme mesin resiprokasi	
19	<i>Power supply 12V</i>	Pengubah listrik AC ke DC sebagai input tegangan dinamo wiper	

---

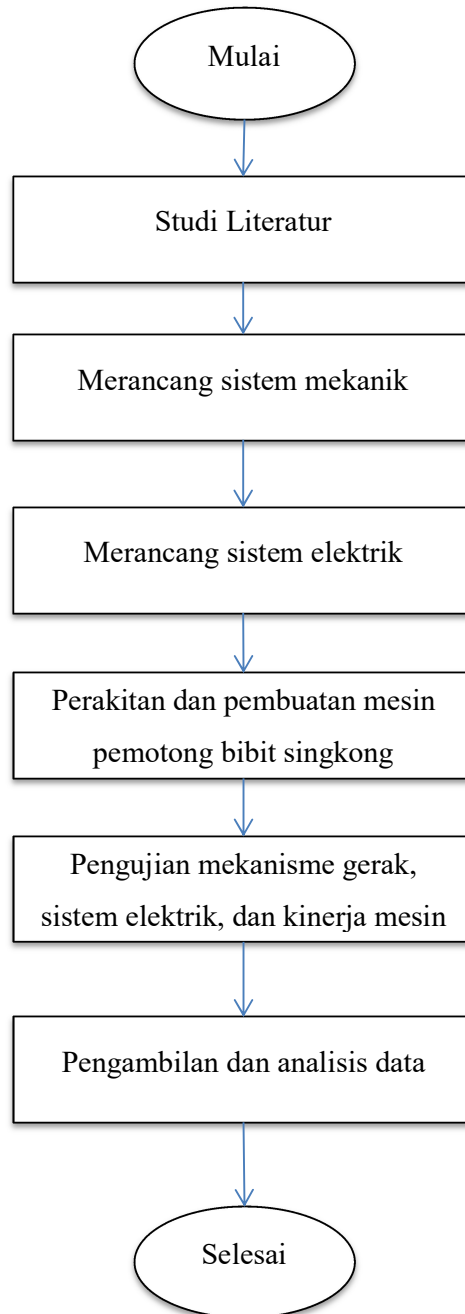
---

20	Baut	Menggabungkan beberapa komponen menjadi satu dengan sifat tidak permanen	
21	Batang singkong	Bahan uji coba penelitian	

---

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

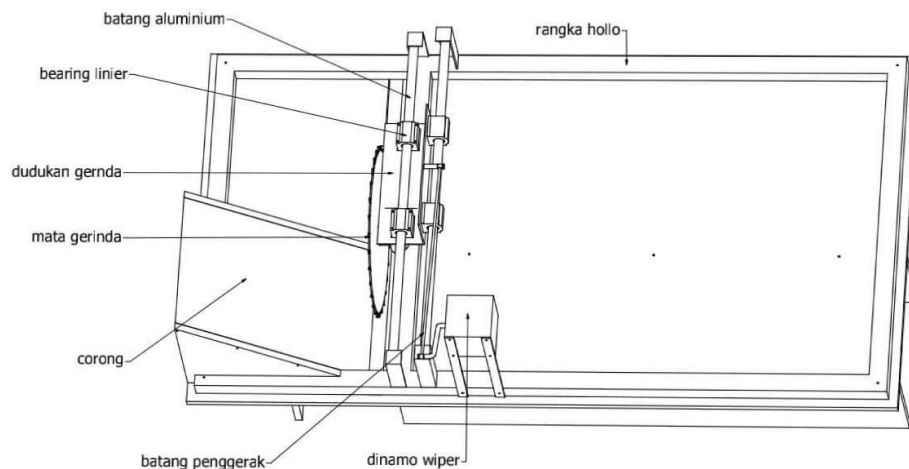


### 3.4 Prosedur Penelitian

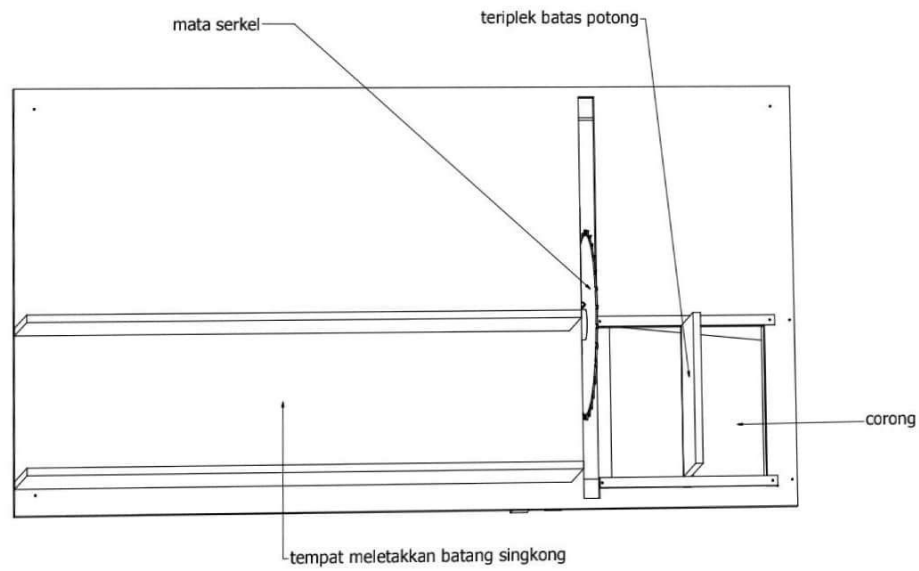
Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

#### 3.4.1 Perancangan Sistem Mekanik Alat

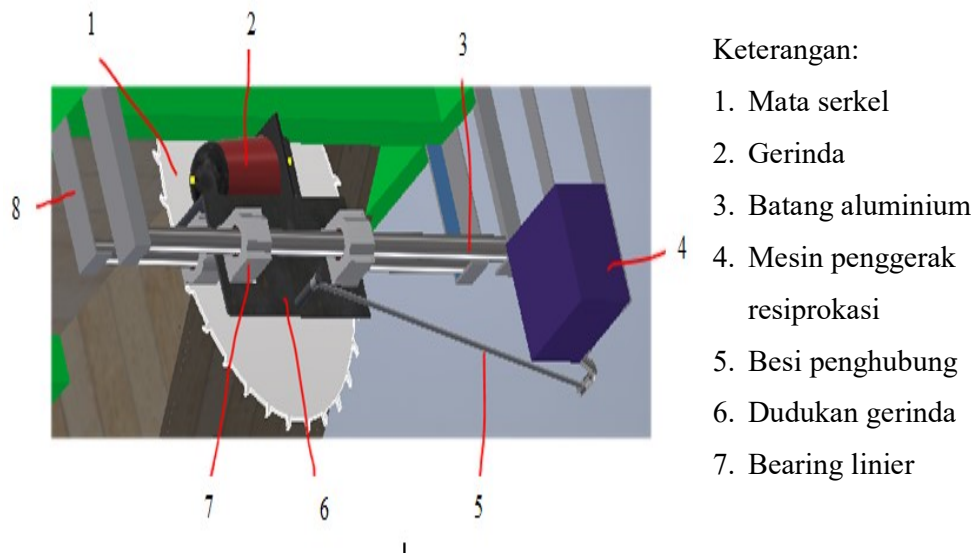
Perancangan sistem mekanik mesin pemotong singkong ini menggunakan *software Autodesk Inventor*. Perancangan ini dilakukan dengan tujuan memberikan gambaran nyata tentang dimensi dan peralatan yang dibutuhkan dalam pembuatan alat pemotong bibit singkong. Alat pemotong bibit singkong ini dirancang semi otomatis untuk memudahkan dalam proses pemotongan bibit singkong. Perancangan alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.2, Gambar 3.3, dan Gambar 3.4 .



Gambar 3.2 Rancangan 3D mesin pemotong bibit singkong tampak bawah



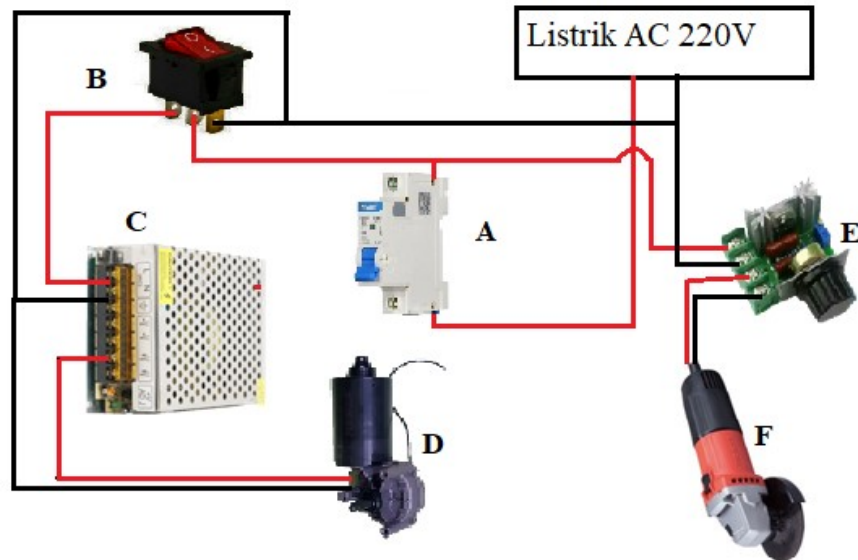
Gambar 3.3 Rancangan 3D mesin pemotong bibit singkong tampak atas



Gambar 3.4 Rancangan 3D mekanisme gerak mesin pemotong bibit singkong

### 3.4.2 Perancangan Sistem Elektrik

Perancangan sistem elektronik ini dilakukan untuk mengetahui komponen elektronik apa saja yang dibutuhkan dalam menggerakkan mesin, keamanan, serta pengaturan mesin sesuai kebutuhan sehingga dapat menghemat daya.



Keterangan :

- |                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| A. Saklar sekering         | D. Dinamo wiper |
| B. Saklar resiprokasi      | E. Dimmer       |
| C. Konverter ac to dc 12 V | F. Gerinda      |

Gambar 3.5 Rancangan sistem elektrik pada mesin pemotong bibit singkong

Pada Gambar 3.5, mesin resiprokasi menggunakan dinamo wiper mobil karena memiliki torsi yang besar namun memiliki rpm yang rendah. Kemampuan ini sangat cocok digunakan dalam mesin resiprokasi dengan mekanisme engkol peluncur pada sistem alat penelitian ini. Pada mesin potong digunakan mesin gerinda karena memiliki kelebihan seperti ukuran yang relatif kecil, sudah dilengkapi gearbox untuk meningkatkan torsi sehingga dapat meningkatkan

efisiensi dan produktivitas proses pemotongan. Pada penelitian ini digunakan mata pisau serkel potong kayu yang cukup berat dimana ketika mekanisme ini berjalan dapat bertindak sebagai roda gila yang dapat menambah torsi dan meringankan kinerja dari mesin gerinda. Dimmer pada rangkaian ini dimaksudkan agar mesin dapat dinyalakan dengan meningkatkan kecepatan secara bertahap dan mengurangi rpm pada mesin gerinda sehingga mengurangi getaran berlebih pada mesin.

### 3.4.3 Pembuatan Alat

Pembuatan alat merupakan proses perakitan alat dari sebuah bahan menjadi kesatuan utuh. Pembuatan / perakitan alat ini mengacu pada perancangan desain alat dan perancangan desain sistem elektronik.

### 3.4.4 Uji Kinerja Alat

Uji kinerja alat dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan alat penelitian ini yang meliputi keamanan, fungsional, kapasitas, dan daya tahan dari alat tersebut. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian alat ini adalah sebagai berikut

1. Menyiapkan 10 batang singkong
2. Mengatur batas potong sesuai yang diinginkan
3. Menghidupkan mesin utama (gerinda) dengan menghidupkan sakelar dan mengatur rpm menggunakan *dimmer* pada posisi  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , dan kecepatan penuh.
4. Menghidupkan mesin resiprokasi (dinamo *wiper*).
5. Melakukan uji coba *emergency push button* sebagai keamanan
6. Melakukan uji coba pemotongan dengan melakukan langkah 1 sampai 4 lalu memasukkan batang singkong dengan jumlah 1,2,3, dan seterusnya pada kecepatan  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , dan kecepatan penuh.
7. Melakukan pencatatan:
  - Kecepatan putaran mata serkel
  - Kecepatan gerakan resiprokasi mesin

- Waktu pemotongan batang singkong
- Persentase bibit rusak dan kondisi baik.

### 3.4.5 Finishing

*Finishing* merupakan tahapan akhir dari sebuah penelitian yang meliputi kelengkapan, keindahan, dan penyempurnaan hasil.

### 3.5 Rancangan Data Penelitian

Perancangan data hasil penelitian bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan relevan, valid, dan dapat diandalkan dalam menjawab pertanyaan penelitian atau menguji hipotesis yang diajukan. Rancangan data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Rancangan data hasil penelitian

Rpm	Jumlah Batang Sekali Potong (Batang)	Kecepatan Pemotongan (Setek/menit)	Jumlah Bibit Baik (setek)	Jumlah bibit rusak (setek)	Presentase bibit rusak (%)	Efisiensi pemotongan (%)
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-

## **BAB V.       SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pembuatan mesin pemotong bibit singkong dengan metode gerak resiprokasi mata pisau tunggal telah berhasil dengan kecepatan pemotongan maksimal 117 setek/menit atau setara 7.020 setek/jam.
2. Efisiensi tertinggi terjadi pada kecepatan putar mesin 8204,1 rotasi/menit sebesar 97,4359%.

### **5.2 Saran**

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk membuat output pemotongan mesin tersusun rapi dan membuat mesin lebih praktis untuk lahan pertanian yang lebih kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asmara, A., Kuncoro, S., Widyastuti, R. A. D., & Sanjaya, P. (2022). Pemanfaatan PETOKONG (Pemotong Bibit Singkong) Untuk Menciptakan Bibit Singkong Seragam dan Meningkatkan Produksi. *Open Community Service Journal*, 1(2), 1–9.
- Aulia, N., Hasan, H., Utama, P., & Aceh, B. (2019). Konservasi Energi Untuk Sistem Penerangan Menggunakan Dimmer Elektronik. *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 4(4), 33–37.
- Bakri, S. (2019). *Reforma Agraria dan Dinamika Pergeseran Pola Penguasaan Lahan Sawah di Indoonesia* (A. Kurniawan (ed.)). Bukuta CIpta Litera. Makasar.
- Bargumono. (2013). *9 Umbi Utama Sebagai Pangan Alternatif Nasional*. Leutika Prio. Yogyakarta
- Bolund, B., Bernhoff, H., & Leijon, M. (2007). Flywheel energy and power storage systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(2), 235–258.
- Cock, J. H. (1985). *Cassava New Potential for a Neglected Crop*. westview press. USA.
- Curtis, W. (2013). *Mastering Autodesk Inventor 2014 and Autodesk Inventor LT 2014: Autodesk Official Press*. Jerman.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian. (2022). *Laporan Tahunan 2021*. Kementan.
- Djuwardi, A. (2009). *Cassava: solusi pemberagaman kemandirian pangan : manfaat, peluang bisnis, dan prospek*. Grasindo. Jakarta.
- Duaja, M. D., Kartika, E., & Gusniwati. (2020). *Pembiakan Tanaman Secara Vegetatif*. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jambi. Jambi

- Gardjito, M., Djuwardi, A., & Harmayani, E. (2013). *Pangan Nusantara : Karakteristik dan Prospek Untuk Percepatan Pangan* (1st ed.). Kencana. Jakarta.
- Ikejiofor, M. C. (2012). Performance Evaluation of NRCRI Cassava Stem Cutting Machine. *International Journal of Scientific & Technology Research*.
- Liang, H. wei, Mei, T., & Meng, Q. H. (2005). Design and implementation of a digital inclinometer. *IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, ICMA 2005*.
- Liklikwatil, Y. (2014). *Mesin-mesin Listrik untuk Program D3* (1st ed.). Deepublish.
- Lungkapin, J., Salokhe, V. M., Kalsirisilp, R., & Nakashima, H. (2007). *Development of a Stem Cutting Unit for a Cassava Planter*. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*
- Meyer, L. A., & Wray, H. L. (2003). *Instruments for HVAC Work* (1st ed.). LAMA. Amerika Serikat.
- Montanaro, C. (2019). Machines and mechanisms. In *Silver Screen to Digital*. [Indiana University Press](https://www.indianauniversitypress.com/)
- Muda, I. (2013). *Elektronika Dasar* (1st ed.). Gunung Samudera [PT Book Mart Indonesia].
- Nasir, S., Taufiq, A., Widodo, Y., & Sundari, T. (2016). *PEDOMAN BUDI DAYA UBI KAYU DI INDONESIA*. Jakarta. IAARD Press.
- Nwaeche, C. F., Asoegwu, S. N., & Nwosu, C. N. (2022). 3-Blade Cassava Stem Cutting Machine. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, 16(4), 72–79.
- Pertanian, K. (2016). Teknologi Budidaya Ubi Kayu. *Balai Besar Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian*, November, 822–826.
- Rao, J. S., & Dukkipati, R. V. (2007). *Mechanism and Machine Theory*. New Age International (P) Limited. India
- Roja, A. (2009). Ubikayu : Varietas dan Teknologi Budidaya. Roja, A. (2009). Ubikayu: Varietas dan Teknologi Budidaya. *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat*. Sukarami.



- Sukiman, Harbelubun, M. M., & Tjiroso, B. (2021). *Pengantar Dasar & Tools dengan Menggunakan Autodesk Inventor 2021*. Media Sains Indonesia. Bandung.
- Suwarto, & Lubis, I. (2021). Ubikayu: Budidaya Yang Baik (Good Agricultural Practices/GAP). *P4W.Ipb.Ac.Id*.
- Tarawali, G., Ilona, P., Ojiako, I. A., Iyangbe, C., Ogundijo, D. S., Asumugha, G., Udensi, U. E., & Dialo, T. (2013). *A comprehensive training module on competitive cassava production*. ITA. Nigeria.
- Tickoo, S. (2015). *Autodesk Inventor 2016 for Designers*. CADCIM Technologies. USA.
- Ulum, A. . (2019). *Uji Kinerja Pemotong Bibit Singkong*. Universitas Lampung.
- Utama, D. W. (2014). Hands On Autodesk Inventor 2014. *Repository.Untar.Ac.Id*, May 2014.
- Utama, Y. A. K., & Rukismono, M. (2018). Singkong-man Gadung-man. In *Penerbit Aseni (Anggota IKAPI Pusat)*. Papua.
- Wibawa, L. A. N. (2018). *Merancang Komponen Roket 3D dengan Autodesk Inventor Professional 2017* (K. Angraini (ed.)). Buku Katta. Solo