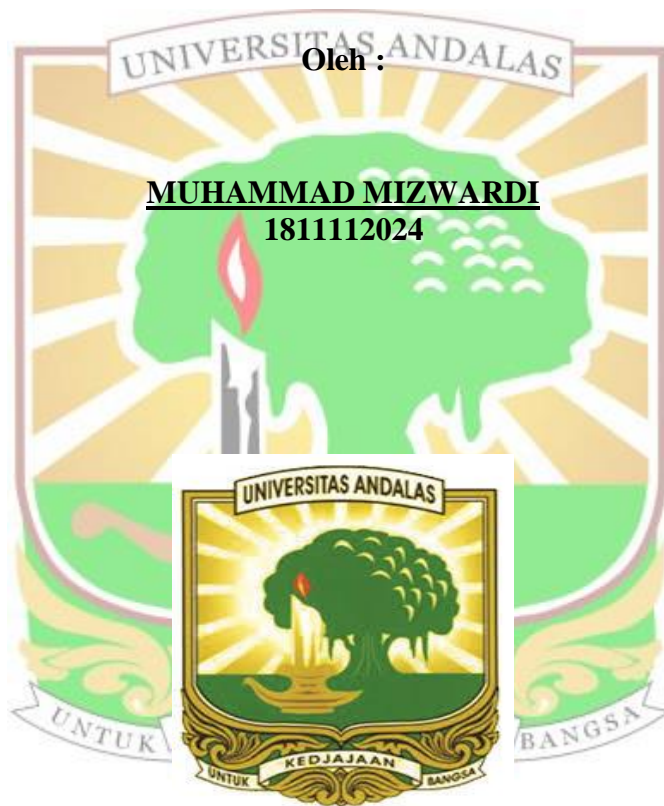


**PENGEMBANGAN ALAT PELUBANG TANAH SEMI  
MEKANIS UNTUK MENANAM KENTANG  
(*Solanum Tuberosum L.*)**

**SKRIPSI**



**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**UNIVERSITAS ANDALAS**

**PADANG**

**2022**

**PENGEMBANGAN ALAT PELUBANG TANAH SEMI  
MEKANIS UNTUK MENANAM KENTANG  
(*Solanum Tuberosum* L.)**

**MUHAMMAD MIZWARDI**  
**1811112024**



**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**UNIVERSITAS ANDALAS**

**PADANG**

**2022**

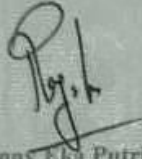
Judul Skripsi: Pengembangan Alat Pelubang Tanah Semi Mekanis Untuk  
Menanam Kentang (*Solanum tuberosum* L.)

Nama : Muhammad Mizwardi

BP : 1811112024

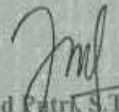
Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Renny Eka Putri, S.TP, MP  
NIP. 19800621 200604 2 016

Pembimbing II



Iriwad Patri, S.TP, M.Si  
NIP. 19869392 201404 2 001

Mengetahui,

Dekan  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Andalas



Dr. Ir. Atfi Ashen, M.Si  
NIP. 19680425 199403 1 002

Ketua  
Program Studi Teknik Pertanian  
dan Biosistem, Universitas Andalas



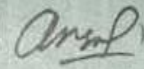

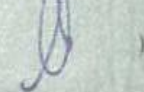


Dr. Renny Eka Putri, S.TP, MP  
NIP. 19800621 200604 2 016

Tanggal Ujian : 17 November 2022

Tanggal Lulus : 17 November 2022

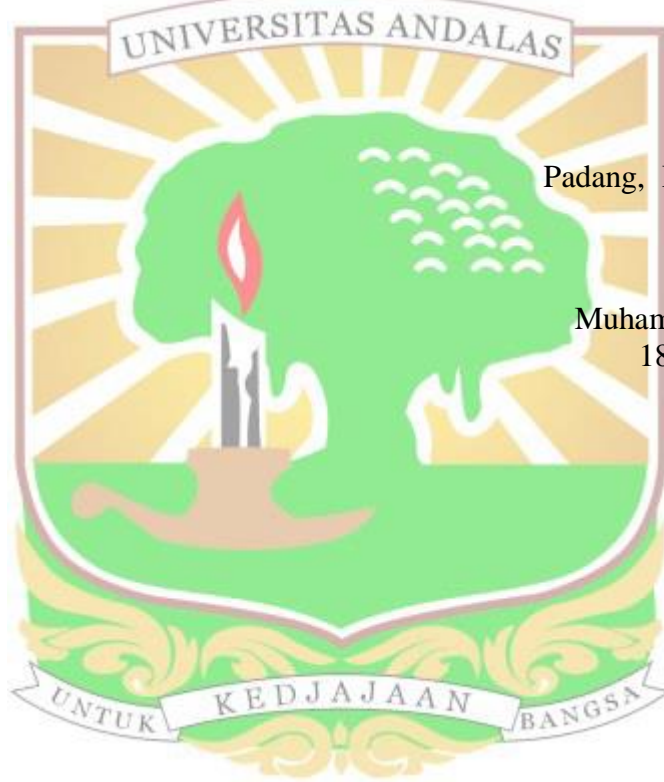


Skripsi dengan judul "Pengembangan Alat Pelubang Tanah Semi Mekanis Untuk Menanam Kentang (*Solanum tuberosum* L.)" oleh Muhammad Mizwardi (1811112024) telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Akhir Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang dan dinyatakan lulus pada tanggal 17 November 2022.

No	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1.	Prof. Dr. Ir. Santosa, MP	(  )	Ketua
2.	Mislaini R., S.TP, MP	(  )	Sekretaris
3.	Dr. Eng. Muhammad Mukky, S.TP, M.Si	(  )	Anggota
4.	Dr. Renny Eka Putri, S.TP, MP	(  )	Anggota
5.	Iriwad Putri, S.TP, M.Si	(  )	Anggota

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **Pengembangan Alat Pelubang Tanah Semi Mekanis Untuk Menanam Kentang (*Solanum tuberosum* L.)** yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik merupakan hasil karya tulis saya sendiri, kecuali kutipan dan rujukan yang masing-masing telah dijelaskan sumbernya, sesuai dengan norma, kaedah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari adanya plagiat dalam skripsi ini.



Padang, November 2022

Muhammad Mizwardi  
1811112024



## BIODATA



**Muhammad Mizwardi**, dilahirkan di Kabupaten Muara Bungo pada tanggal 23 November 1999, anak kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Mizar.B dan Ibu Siti Omas Hsb. Pendidikan pertama dimulai di TK Tunas Harapan II Kabupaten Tebo pada tahun 2006. Tahun 2012 penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 182 Kabupaten Tebo. Penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Kabupaten Bungo dan lulus pada tahun 2015. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Bungo, lulus pada tahun 2018. Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas melalui jalur SBMPTN.

Selama di kampus penulis mengikuti Organisasi Unit Kegiatan Seni dan Olahraga (UKOS) KadivStaff Sepak Bola. Pada Tanggal 4 Januari hingga 14 Januari 2021 penulis mengikuti kegiatan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di BPTP Sumatera Barat. Kemudian pada bulan Juli hingga Agustus 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kecamatan Bungo Dani.

Padabulan Juni hingga Juli 2022 penulis melaksanakan penelitian di Kecamatan Hiliran Gumanti, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat dengan judul “Pengembangan Alat Pelubang Tanah Semi Mekanis Untuk Menanam Kentang (*Solanum tuberosum* L.)

**Padang, November 2022**

**Muhammad Mizwardi**

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Rasa syukur yang tiada henti-hentinya selalu saya ucapkan kepada Allah SWT, atas segala nikmat, rahmat, hidayah dan karunia yang telah hamba terima. Atas izin-Nya, perjuangan dan perjalanan yang panjang ini bisa dilewati hingga akhir. Disaat dalam kondisi terpukul, Allah SWT selalu mengabulkan doa dan memberikan jalan keluar baik itu masalah dalam menuntut ilmu maupun masalah dalam menjalani hidup ini Shalawat dan salam kepada Nabi besar junjungan umat islam yaitu Nabi Muhammad SAW, pemimpin dan tauladan bagi umat islam di dunia.

Ucapan Terima kasih saya ucapkan kepada kedua orang tua atas dukungan doa, materi dan motivasi terbesar. Ya Allah, terima kasih telah menghadirkan kedua orang tua yang luar biasa untuk saya yaitu **Ayah (Mizar.B)** dan **Ibu (Siti Omas HSB)**. Terima kasih juga kepada kedua Kakak dan Abang ipar saya yaitu **Silviana** dan **Harapan Siregar** yang telah menjadi support system dan moodbooster bagi saya dalam menjalani kuliah ini. Berkat doa, kasih sayang dan perjuangan mereka, serta hal baik yang muncul diperguruan hidup ini seperti suatu keajaiban hingga sekarang saya bisa menyelesaikan studi ini. Terima kasih juga kepada **Keluarga Besar** yang telah memberikan semangat dan doa untuk saya.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Ibu **Dr. Renny Eka Putri, S.TP, MP** pembimbing I dan Ibu **Iriwad Putri, S.TP, M.Si** selaku pembimbing II, yang membimbing saya dari awal hingga akhir dan memberikan waktu serta ilmu dengan setulus hati, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Semoga Allah SWT memberikan pahala yang mengalir kepada Ibu. Terima kasih kepada Bapak **Prof. Dr. Ir. Santosa, MP**, Ibu **Mislaini R, S.TP, MP**, dan Bapak **Dr. Eng. Muhammad Makky, S.TP, M.Si** selaku dosen penguji yang memberikan ilmu dan waktu sehingga dapat membantu proses pembuatan skripsi dari awal hingga akhir, semoga kebaikan Bapak dan Ibu dibalas Allah SWT. Terima kasih juga kepada semua

Dosen Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem yang memberikan ilmu dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan dengan ikhlas. Terimakasih kepada seluruh staff akademik FATEETA terkhusus kepada abang **Saddam Febrianto, S.TP** yang telah membantu dalam pengurusan segala berkas yang diperlukan untuk mendapatkan gelar sarjana ini.

Teruntuk Orang yang paling dekat **Gesiafani Demara Putri, S.Pt** terimakasih sudah membantu pembuatan skripsi ini dari awal hingga akhir serta selalu sabar menghadapi saya, bantu dan nemani selama penelitian, selalu bantu ngurus segala berkas, selalu semangat saya saat dalam keadaan terpuruk dan stress, juga terima kasih selalu ngingetin ibadah kepada saya dan untuk kedepannya semoga kita bisa terus berjuang bareng-bareng<3.

Teruntuk **Fadhil, Fio, Niko, Amaik, Gian, Rafi Ubuy, Redo Bur, Rizal, Teddy, Danul, Ali, Makno (Dino), Ade (Komting), Kevin, Pandu, Habib, Ega, Putra, dan Wisnu** terima kasih sudah memberi warna dan bantuan selama masa perkuliahan na dan juga memberi tawa yang tidak akan pernah dilupakan.

Terakhir, terima kasih untuk teman-teman seperjuangan Teknik Pertanian dan Biosistem Angkatan 2018 yang sudah berbagi tawa dan sedih selama perkuliahan. Semoga kita bisa dipertemukan kembali dengan kesuksesan masing-masing dan dalam moment paling baik di masa depan, see you on top guys.

“JIKA MIMPIMU BELUM DITERTAWAKAN ORANG LAIN, BERARTI MIMPIMU MASIH KECIL.” – Monkey D luffy

**Wassalam,**

**Muhammad Mizwardi**



## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengembangan Alat Pelubang Tanah Semi Mekanis Untuk Menanam Kentang (*Solanum tuberosum* L.)”**, Penulis berharap alat pelubang tanah yang dikembangkan ini dapat bermanfaat bagi masyarakat, dengan perhitungan desain dan gaya menugal yang tepat, serta mempermudah kerja dan menghemat biaya para petani, dengan melakukan uji teknis dan ekonomis terlebih dahulu.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga yang turut membantu dengan memberikan semangat dan doa, selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing I, yaitu Ibu Dr. Renny Eka Putri, S.TP, MP dan dosen pembimbing II, yaitu Ibu Irriwad Putri, S.TP, M.Si yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan petunjuk, serta waktu yang telah diluangkan dalam penyelesaian skripsi ini, ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada bapak dan ibu dosen Teknik Pertanian dan Biosistem Universitas Andalas serta teman-teman yang telah memberikan bantuan dan masukan serta dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan didalam skripsi ini, maka dari itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun, untuk perbaikan skripsi ini kedepannya.

Padang, Oktober 2022

M.M

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Kentang ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) .....	4
2.2 Penanaman Kentang .....	7
2.3 Gizi Kentang .....	9
2.4 Alat Pelubang Media Tanam.....	10
2.4.1 Tugal Penanam Jagung Sistem Pegas.....	10
2.4.2 Tugal Semi-Mekanis dengan Sistem Penjatah Berputar Untuk Kacang Hijau.....	11
2.4.3 Tugal Benih Kedelai Semi Mekanis dengan Penakar Benih Tipe Geser .....	12
2.5 Ergonomi.....	12
2.5.1 Analisis Rancangan Ergonomi.....	14
<b>III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN</b> .....	<b>17</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	17
3.2 Bahan dan Alat .....	17

3.3 Metode Penelitian .....	17
3.3.1 Identifikasi Masalah .....	18
3.3.2 Inventarisasi Ide .....	19
3.3.3 Penyempurnaan Ide .....	19
3.3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	19
3.4 Proses Perancangan .....	22
3.4.1 Analisis Rancangan Fungsional .....	22
3.4.2 Analisis Rancangan Struktural .....	22
3.4.4 Prinsip Kerja Alat .....	28
3.5 Pengamatan .....	28
3.5.1 Kedalaman Lubang .....	28
3.5.2 Kecepatan Proses Pelubangan Tanah .....	29
3.5.3 Daya Operator .....	29
3.5.4 Kapasitas Kerja Efektif/KKE (ha/jam) .....	30
3.5.6 Efisiensi .....	31
3.5.7 Pengamatan Tanaman .....	31
3.5.8 Pengamatan Diameter dan Tinggi Runtuhan Lubang .....	31
3.6 Analisis Ekonomi .....	31
3.6.1 Biaya Tetap Alat Pelubang Media Tanam Kentang .....	31
3.6.2 Biaya Tidak Tetap Alat Pelubang Media Tanam Kentang .....	32
3.6.3 Biaya Pokok Alat Pelubang Media Tanam Kentang .....	33
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Hasil Rancangan .....	34
4.2 Uji Kinerja Alat .....	35
4.2.1 Kedalaman Lubang .....	35
4.2.2 Kecepatan Proses Pelubangan Tanah .....	36

4.2.3 Daya Operator.....	37
4.2.4 Kapasitas Kerja Efektif/KKE (ha/jam) .....	38
4.2.5 Kapasitas Kerja Teoritis/KKT (ha/jam) .....	39
4.2.6 Efisiensi (%) .....	40
4.2.7 Pengamatan Tanaman .....	41
4.2.8 Pengamatan Diameter dan Tinggi Runtuhan Lubang .....	42
4.2.9 Analisis Ekonomi.....	43
<b>V. PENUTUP .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>No.</b>	<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1.	Tanaman Kentang .....	4
2.	Batang Tanaman Kentang .....	5
3.	Daun Tanaman Kentang .....	5
4.	Akar tanaman kentang.....	6
5.	Bunga tanaman kentang .....	6
6.	Kegiatan penanaman kentang .....	7
7.	Tugal Penanam Jagung Sistem Pegas .....	11
8.	Tugal Semi-Mekanis Dengan Sistem Penjajah .....	12
9.	Tugal Benih Kedelai Semi Mekanis Tipe Geser .....	12
10.	Anthropometri Tubuh.....	15
11.	Dimensi Lebar Bahu .....	15
12.	Diameter Genggaman Tangan .....	16
13.	Diagram Alir Konsep Rancangan dan Pembuatan Alat Pelubang Tanah untuk Media Tanam Kentang .....	18
14.	Pola Pengujian Alat.....	21
15.	Rangka Utama.....	23
16.	Bagian pengukuran GMD.....	24
17.	Tabung Pelubang .....	25
18.	Pijakan.....	25
19.	Tugas Pegangan .....	26
20.	Pembuang tanah.....	26
21.	Hasil Rancangan Alat Pelubang Tanah Semi Mekanis Untuk Media Tanam Kentang .....	34
22.	Grafik Kedalaman Lubang Tanam.....	35
23.	Lubang Tanam .....	36



24. Grafik Kecepatan Pelubangan .....	36
25. Grafik Daya Operator.....	37
26. Grafik Kapasitas Kerja Efektif (ha/jam) .....	38
27. Lintasan Pelubangan .....	39
28. Kapasitas Kerja Teortis (ha/jam) .....	39
29. Grafik Efisiensi .....	40
30. Grafik Tinggi Tanaman Kentang .....	41
31. Tinggi Tanaman Kentang .....	42
32. Grafik Diameter dan Tinggi Runtuhan Lubang.....	42



## DAFTAR TABEL

<b>No. Tabel</b>		<b>Halaman</b>
1.	Sifat Fisik Tanah Gambut Indonesia.....	8
2.	Kandungan Gizi Kentang Mentah per 100 gram.....	10
3.	Data Anthropometri Orang Indonesia (mm) .....	13
4.	Lanjutan.....	14
5.	Data Ukuran Kentang (cm) .....	24
6.	Spesifikasi Alat Pelubang Tanah Semi Mekanis untuk Media Tanam Kentang .....	35
7.	Hasil Analisis Biaya Tetap .....	43
8.	Hasil Analisis Biaya Tidak Tetap .....	44
9.	Hasil Analisis Biaya Pokok .....	44



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>No. Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Alat Pelubang Tanah untuk Media Tanam Kentang .....	49
2. Kedalaman Lubang .....	50
3. Kecepatan Proses Pelubangan Tanah.....	54
4. Kebutuhan Daya Operator.....	58
5. Kapasitas Kerja Efektif / KKE .....	66
6. Kapasitas Kerja Teoritis / KKT .....	68
7. Efisiensi .....	69
8. Pengamatan Tanaman .....	71
9. Diameter dan Tinggi Runtuhan Lubang .....	72
10. Analisis Ekonomi.....	74
11. Pengujian Uji T SPSS .....	76
12. Dokumentasi Penelitian.....	77



# PENGEMBANGAN ALAT PELUBANG TANAH SEMI MEKANIS UNTUK MENANAM KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)

*Muhammad Mizwardi*<sup>1</sup>, *Renny Eka Putri*<sup>2</sup>, *Iriwad Putri*<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian Kampus Limau Manis-Padang 25163

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Teknologi Pertanian Kampus Limau Manis-Padang 25163

E-mail : [mmizwardi@gmail.com](mailto:mmizwardi@gmail.com)

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang menghasilkan berbagai macam hasil pertanian tropis, salah satunya adalah kentang. Menurut Kementerian Pertanian (2018), produksi kentang di Indonesia pada tahun 2018 adalah sebanyak 1,18 juta ton. Petani Indonesia pada umumnya banyak menggunakan lubang tanam untuk penanaman kentang, dimana alat untuk pelubang tanam tersebut masih didominasi oleh alat-alat sederhana yang kurang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat pelubang media tanam yang memiliki kedalaman dan diameter lubang tanam yang tepat pada tanaman kentang. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu, perencanaan, pengembangan konsep, pembuatan alat, uji kinerja alat, dan analisis terhadap alat yang dirancang. Pengujian dilakukan pada lahan 2,5 m x 5 m tiap demplotnya, terdapat 6 Demplot dimana 3 demplot untuk pengujian alat pelubang tanah untuk media tanam kentang dan 3 demplotnya lagi menggunakan cangkul. Kapasitas kerja efektif yang didapatkan dengan menggunakan alat yaitu, yaitu 0,0125 ha/jam dan kapasitas kerja teoritis alat pelubang tanah yaitu, 0,0150 ha/jam. Kapasitas kerja efektif yang didapatkan menggunakan cangkul, yaitu 0,0124 ha/jam dan kapasitas kerja teoritis cangkul, yaitu 0,0149 ha/jam. Effisiensi yang didapatkan dengan menggunakan alat, yaitu 83,30 %. Biaya pokok yang didapatkan, untuk pelubangan ketika menggunakan alat pelubang tanah untuk media tanam kentang, yaitu sebesar Rp. 24,02/lubang.

*Kata kunci:* Alat pelubang, Kentang, Pengembangan alat

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang menghasilkan berbagai macam hasil pertanian tropis, salah satunya adalah kentang. Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) menghasilkan umbi sebagai komoditas sayuran, yang diprioritaskan untuk dikembangkan dan berpotensi untuk dipasarkan di dalam negeri maupun luar negeri. Tanaman kentang merupakan salah satu penunjang program diversifikasi pangan, untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat.

Menurut Kementerian Pertanian (2018), produksi kentang di Indonesia pada tahun 2018 adalah sebanyak 1,18 juta ton, dengan kenaikan sekitar 2% dari tahun 2017 dengan produksi kentang sebanyak 1,16 juta ton. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat adanya peningkatan jumlah produksi tanaman kentang di Indonesia.

Daerah yang baik untuk menanam kentang adalah dataran tinggi dengan ketinggian 1000-3000 mdpl, didataran medium, dan untuk tanaman kentang ditanam pada ketinggian 300-700 mdpl (Samadi, 1997). Menurut Rukmana (1997), iklim yang baik untuk menanam kentang memiliki suhu rata-rata harian 15-20° C, dengan curah hujan 200-300 mm perbulan atau rata-rata 1000 mm, dengan kelembapan udara 80-90 % yang cukup mendapat sinar matahari.

Petani Indonesia pada umumnya banyak menggunakan lubang tanam untuk penanaman kentang, dimana alat untuk pelubang tanam tersebut masih didominasi oleh alat-alat sederhana yang kurang efektif, serta penggunaannya yang tidak praktis. Hal ini dikarenakan lubang yang terbentuk dari alat tersebut terlalu besar ataupun terlalu kecil, serta kedalaman yang dihasilkan tidak tepat. Jika lubang dibuat terlalu dalam, maka kecambah yang ditanam akan kekurangan oksigen, dan apabila kekurangan oksigen maka respirasi akan terhambat, sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan benih. Petani pada umumnya membuat lubang tanaman kentang dengan ukuran 7-10 cm dengan kedalaman 10-15 cm (Sunarjono, 1975).

Menurut Hajad (2021), tugal dan penanam jagung modern memiliki sistem kerja yang hampir serupa, yaitu memerlukan sistem pembuat lubang, saluran



benih, penjatuh benih, dan juga penutup lubang tanam. Kinerja dari alat ini melakukan penanaman dengan kedalaman 15-20 cm, dengan 1 benih/lubang dan pemberian air 180-220 ml/lubang tanam. Mayoritas petani banyak menggunakan tugal atau alat penanam jagung sederhana, akan tetapi pada penerapannya tugal sederhana memerlukan waktu dan tenaga yang lebih banyak.

Tugal mempunyai beberapa fungsi, selain untuk menanam jagung ada juga tugal untuk menanam kacang hijau. Alat pelubang untuk menanam kacang hijau ini memiliki diameter lubang penjatah yaitu, 9,8 mm dengan 2-3 biji perlubang, dengan waktu 2-3 detik perlubang (Feby, 2018). Tugal benih digunakan untuk membuat lubang tanam kedelai. Penakar benih tipe geser memerlukan jarak antar lubang tanam, karena mempengaruhi ruang tumbuh, maka jarak tanam antar benih kedelai di atur dengan kedalaman lubang tanam 2-4 cm dengan kapasitas kerja 0,01 Ha/Jam (Arifin, 2016).

Pada penelitian ini akan dikembangkan alat pelubang tanah semi mekanis untuk menanam kentang, dengan keunggulan yaitu, membuat lubang tanam dengan ukuran kedalaman serta diameter yang tepat. Desain alat pelubang yang akan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan penanaman kentang, sehingga dapat menghasilkan lubang tanam yang tepat pada tiap bedengan. Alat ini memiliki bobot yang ringan, sehingga mudah dioperasikan oleh operator dan memiliki harga buat yang terjangkau.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat pelubang media tanam yang memiliki kedalaman dan diameter lubang tanam yang tepat pada tanaman kentang, kemudian tujuan khusus penelitian ini yaitu :

1. Merancang alat pelubang media tanam kentang semi mekanis, dengan perhitungan desain yang ergonomis.
2. Melakukan uji teknis dan ekonomis pada alat pelubang media tanam kentang pada lahan yang sudah diolah.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu terciptanya sebuah alat pelubang media tanam kentang yang akurat serta tepat guna dengan perhitungan desain, serta pertimbangan ergonomis alat yang tepat, bagi masyarakat dan para petani dengan adanya sebuah alat pelubang media tanam kentang mempermudah petani dalam bercocok tanam, terutama dalam melubangi untuk penanaman kentang.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kentang (*Solanum tuberosum* L.)

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.), merupakan salah satu jenis sayuran *subtropics* yang terkenal di Indonesia, dengan daya tarik sayuran ini terletak pada umbi kentang yang kaya karbohidrat, dan bernilai gizi tinggi, namun membutuhkan hamparan lahan lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman lainnya. Pada basis bobot segar, kentang memiliki kandungan protein tertinggi dibandingkan dengan ubi-ubian dan umbi-umbian lainnya. Kandungan protein kentang berkualitas tinggi, dengan dicirikan oleh pola asam amino yang cocok dengan kebutuhan manusia. Sebutir kentang ukuran medium mengandung sekitar setengah vitamin C, dan seperlima kalium dari rekomendasi serapan asupan harian. Kentang memiliki potensi, dan prospek yang baik untuk mendukung program diversifikasi pangan, dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan (Adiyoga *et al.*, 1999; Ditjend Hortikultura, 2008; Van de Fliert *et al.*, 2010). Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan tanaman sayuran semusim, berumur pendek kurang lebih hanya 90–180 hari dan berbentuk perdu atau semak, dan bervariasi sesuai varietasnya (Samadi, 1997). Tanaman sayuran kentang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman Kentang

Sumber: [www.cnnindonesia.com](http://www.cnnindonesia.com)

Adapun morfologi tanaman kentang menurut Samadhi (2007), yakni sebagai berikut.

### a. Batang

Batang kentang memiliki bentuk segi empat atau segi lima, tergantung varietasnya, batang kentang bertekstur agak keras, dengan permukaan batang yang halus dan tidak berkayu. Batang kentang memiliki pigmen ungu, sehingga memiliki warna batang yang umumnya hijau, batang kentang memiliki banyak cabang yang ditumbuhi daun-daun yang rimbun, batang kentang berfungsi sebagai penyalur zat hara dari tanah ke daun, dan menyalurkan hasil foto sintesis dari daun ke bagian-bagian tumbuhan kentang lainnya. Adapun gambar batang tanaman kentang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Batang Tanaman Kentang  
Sumber : bungabunga.co.id

### b. Daun

Daun tanaman berfungsi sebagai tempat asimilasi untuk pembentukan karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral. Hasil asimilasi atau fotosintesis digunakan dalam bentuk vegetatif, pertumbuhan generative, respirasi, dan persediaan makanan. Adapun gambar daun tanaman kentang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Daun Tanaman Kentang  
Sumber : Khanfarkhan.com



### c. Akar

Tanaman Kentang memiliki akar serabut dan akar tunggang, dimana akar tunggang menebus tanah sampai kedalaman 45 cm. Tanaman kentang memiliki akar serabut yang menyebar kearah samping, akar tanaman kentang berwarna keputih-putihan, dan berukuran sangat kecil. Akar tanaman kentang ini nantinya ada yang berubah fungsi, dan bentuk menjadi bakal umbi (*stolon*) yang selanjutnya menjadi umbi kentang. Fungsi dari akar ialah menyerap zat-zat hara, dan untuk memperkokoh berdirinya tanaman. Adapun akar dari tanaman kentang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Akar tanaman kentang  
Sumber : Tokopedia.com

### d. Bunga

Tanaman kentang ada yang memiliki bunga dan ada yang tidak, tergantung dari varietasnya. Bunga kentang tumbuh dari ketiak daun, dengan warna bunga yang bervariasi, dan jumlah tandan juga bervariasi. Bunga kentang memiliki dua jenis kelamin, bunga yang telah mengalami penyerbukan akan menghasilkan bunga dan biji, untuk buah yang berbentuk buni didalamnya terdapat banyak biji. Berikut gambar bunga dari tanaman kentang pada Gambar 5.



Gambar 5. Bunga tanaman kentang  
Sumber : Pixabay.com



#### e. *Stolon* dan Umbi Kentang

Umbi kentang secara morfologis merupakan modifikasi dari batang, dan organ penyimpan makanan utama bagi tanaman. Umbi memiliki dua ujung, yaitu *heel* yang berhubungan dengan *stolon* dan ujung lawannya disebut *apical/distal/rose* (Soelarso, 1997). Umbi kentang memiliki mata yang sebenarnya adalah buku dari batang, dengan jumlah mata umbi 2-14 buah, tergantung pada ukuran umbi, untuk matanya tersusun dalam lingkaran spiral.

### 2.2 Penanaman Kentang

Tanaman kentang membutuhkan lokasi penanaman yang bersuhu rendah, dan beriklim dingin, dengan ketinggian sekitar 1000-2000 mdpl, dengan suhu kisaran 14-22 °C. Curah hujan yang baik selama pertumbuhannya dikisaran angka 1000-1500 mm pertahunnya, namun curah hujan yang terlalu deras pun tidak baik dalam penanaman kentang, karena ditakutkan terjadinya kerusakan pada umbi kentang, yang mengakibatkan tanaman kentang menjadi tidak tumbuh (Utami, 2015). Berikut gambar kegiatan penanaman kentang pada Gambar 6.



Gambar 6. Kegiatan penanaman kentang

Sumber : [sumbar.litbang.pertanian.go.id](http://sumbar.litbang.pertanian.go.id)

Untuk lahan penanaman tanaman kentang sendiri tanahnya perlu dibajak 2 hingga 3 kali agar tanah menjadi gembur, lalu lahan didiamkan selama 3 hari. Lahan tanam diberikan pupuk kompos, kemudian dicangkul secara merata, dan didiamkan selama 3 hari. Lahan tanam di buat gundukan dengan tinggi sekitar 30 cm dan lebar 70 cm, dan untuk panjang disesuaikan dengan luas lahan. Kedalaman lubang tanam pada bibit kentang yaitu 10-15 cm, lalu bibit diletakkan kedalam lubang tanam. Bibit kentang yang sudah ditanam, pada bagian tunas akan

tumbuh keatas, kemudian tebarkan pupuk kompos di atasnya setelah penanaman, dengan jenis tanah yang digunakan ialah tanah gambut (Fatchullah, 2016).

Sifat sangat khusus dari fisik tanah gambut adalah nilai kandungan organik yang tinggi, hal ini sesuai dengan proses pembentukan tanah gambut itu sendiri. Nilai angka pori yang besar, serta kandungan air yang tinggi menyebabkan harga koefisien rembesan tanah gambut menyerupai pasir. Angka pori yang besar menyebabkan air dalam pori-pori tanah gambut mudah keluar, apabila terdapat beban di atasnya. Nilai berat volume tanah gambut yang kecil menunjukkan bahwa kepadatan tanah gambut tidak seperti tanah pada umumnya. Jika dihubungkan dengan nilai kadar air yang tinggi, berat air yang terkandung dalam tanah gambut mencapai 6 (enam) kali lebih berat, dibandingkan berat butiran soil tanah gambut itu sendiri. Hal yang penting untuk diperhatikan adalah tanah gambut mempunyai nilai pH yang sangat rendah, hal ini bersifat sangat korosif terhadap material baja dan beton yang ada dalam lingkungan tersebut (Mochtar, 2002). Sifat fisik tanah gambut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Fisik Tanah Gambut Indonesia

No	Sifat Fisik	Nilai
1.	Kandungan Organik (Oc)	95-99 %
2.	Berat Volume (yt)	0,9 – 1,25 t/m <sup>3</sup>
3.	Kadar Air (w)	750 %-1500 %
4.	Angka Pori (e)	5-15
5.	Ph	4-7
6.	Kadar Abu (Ac)	1-5 %
7.	Spesifik Gravity (Gs)	1,38-1,52
8.	Rembesan (K)	$2,0 \cdot 10^{-02} \text{ s/d}$ $1,2 \cdot 10^{-06} \text{ cm/dt}$

Sumber : Faisal, 2001

Penanaman kentang menggunakan mulsa menurut Hamdani (2009), penggunaan mulsa plastik dapat menyebabkan suhu tinggi dibandingkan tanpa mulsa, yang berdampak meningkatkan tinggi pada tanaman kentang maupun meningkatkan jumlah ruas batang. Suhu tinggi memacu tingginya kandungan asam giberilat, dimana memacu pertumbuhan bagian atas, melalui peningkatan pembelahan dan pemanjangan sel. Suhu tanah berproses dengan penyerapan unsur hara oleh akar, respirasi dan fotosintesis, yang berpengaruh terhadap berat umbi dan jumlah umbi pertanaman.

Langkah awal pemeliharaan tanaman kentang yang sudah ditanam yaitu penyiraman, hal ini dilakukan jika lahan dan kondisi cuaca di daerah sekitar lahan yang kita gunakan cukup kering. Lahan dengan kondisi cuaca yang lembab, dan sering turun hujan, maka penyiraman tidak perlu dilakukan, cukup menunggu hujan turun. Langkah penyiangan gulma, dilakukan setelah kurang lebih 1 bulan penanaman, pembersihan gulma dapat menggunakan clurit, sabit, atau koret, pemberihan gulma berikutnya pada bulan saat tanaman kentang berusia 2 bulan. Langkah perawatan terakhir yaitu pengendalian hama, dan penyakit dengan menyiapkan cairan fungisida, maupun insektisida. Cairan disemprotkan pada tanam kentang yang dimulai pada saat tanaman kentang berusia 10 hari, penyemprotan dilakukan 2 kali dalam seminggu (Utami, 2015).

Tanaman kentang pada umumnya dapat dipanen ketika berusia 3-4 bulan atau 85-120 hari masa tanam, dengan banyaknya kentang dalam tiap lubang kurang lebih sekitar 7-8 umbi. Pemanenan tanaman kentang dilakukan pada hari yang cerah, karena membuat tanaman kentang dan kotoran yang ada disekitarnya menjadi kering, dan kotoran yang kering dapat dengan mudah dibersihkan (Utami, 2015).

### 2.3 Gizi Kentang

Kentang merupakan tanaman yang termasuk kedalam kelompok lima makanan pokok dunia, selain dari terigu, beras, dan gandum, bagian utama dari kentang ialah umbi. Kentang bahan pangan bergizi yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat baik digoreng, dibuat *snack*, juga direbus, dan berbagai macam masakan sayuran. Kentang merupakan sumber utama karbohidrat, dengan zat-zat gizi yang terkandung dalam 100 g kentang adalah 347 kal, 0,1 g lemak, 0,3 g protein, 20 g Kalsium (Ca), 85,6 g karbohidrat, 0,5 mg besi (Fe), 30 mg fosfor (P), dan 0,04 mg vitamin B (Setiadi, 2007). Adapun kandungan gizi kentang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Gizi Kentang Mentah per 100 gram

Jenis Kandungan	Jumlah	Satuan
Air	77,8	G
Energi/Kalori	83,0-85,0	Kal
Kalsium	10,0	Mg
Protein	2,0	G
Lemak	0,1	G
Karbohidrat	19,1	G
Vitamin C	17,0	Mg
Vitamin B1	-25,0	Mg
Vitamin B2	0,085	Mg
Vitamin A	0,040	Mg
Fosfor	60,0	Mg
Besi	0,8	Mg
Bagian yang dapat dimakan	85,0	%

Sumber : Faisal (2007)

Asam amino yang terdapat pada kentang adalah lisin, leusin, valin, fenilalanin, triptopan, arginine, treonin, sistin, histidin, dan metionin. Umbi kentang sedikit kolesterol dan lemak, tetapi mengandung karbohidrat jenuh yang cukup tinggi, serat diet, sodium, vitamin C, Kalsium, Protein, Vitamin B6 yang cukup tinggi, dan zat besi (Kolasa, 1993). Menurut Wirakusumah (2000), tanaman kentang memiliki manfaat untuk pengobatan asam urat, sistem lambung dan jantung, ginjal, kesehatan jaringan, lever, mencegah kanker dan peremajaan tubuh.

#### 2.4 Alat Pelubang Media Tanam

Alat pelubang media tanam adalah suatu alat yang digunakan untuk melubangi tanah, sebagai media untuk melakukan penanaman, dengan berbagai teknik penggunaan atau pemakaian. Berikut beberapa alat pelubang tanah untuk penanaman yang sudah ada.

##### 2.4.1 Tugal Penanam Jagung Sistem Pegas

Tugal adalah alat tanam sangat sederhana, yang pengoperasiannya menggunakan tangan. Tugal sangat sesuai untuk menanam benih, yang memiliki jarak tanam lebar (Rachmawati, 2013). Baik tugal atau penanam jagung modern memiliki sistem kerja yang hampir serupa, yaitu memerlukan sistem pembuat lubang, saluran benih, penjatuh benih, dan juga penutup lubang tanam. Kinerja alat ini melakukan penanaman dengan kedalaman 15-20 cm, dengan 1



benih/lubang dan pemberian air 180-220 ml/lubang tanam. Mayoritas petani banyak menggunakan tugal, atau alat penanam jagung sederhana, akan tetapi pada penerapannya tugal sederhana, memerlukan waktu dan tenaga yang lebih banyak (Wayan, 2017).

Pegas merupakan komponen yang sering di temukan pada dunia industri. Pegas dapat disebut sebagai loading element, yang berguna sebagai pengontrol bukan dari *needle valve*. Pegas mempunyai ciri khas yaitu mempunyai sifat elastis. Elastis merupakan kemampuan suatu benda untuk dapat kembali ke bentuk semula setelah gaya yang bekerja pada benda dihilangkan. Pada saat pegas ditarik, maka ada gaya yang bekerja dari luar yang mengakibatkan pegas akan memanjang. Saat gaya luar itu dihilangkan ia akan kembali ke bentuk semula (Hatimah, 2013). Fungsi pegas pada tugal ini meringankan ketika melakukan tekan kebawah, ketika membuat lubang. Adapun gambar dari tugal penanam jagung sistem pegas dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tugal Penanam Jagung Sistem Pegas  
Sumber : Sukmawati, (2021)

#### 2.4.2 Tugal Semi-Mekanis dengan Sistem Penjatah Berputar Untuk Kacang Hijau

Teknik bertanam kacang hijau umumnya masih dilakukan menggunakan tugal tradisional, dimana penggunaannya memiliki kelemahan yaitu membutuhkan 2 orang pekerja. Akurasi masuk biji pada alat ini jumlahnya kurang seragam, untuk memperbaiki kelemahan itu dibuatlah alat ini, dengan diameter lubang penjatah adalah 9,8 mm, dengan 2-3 biji perlubang dan membutuhkan waktu 2-3 detik perlubang (Feby, 2018). Adapun gambar dari tugal semi-mekanis dapat dilihat pada Gambar 8.





Gambar 8. Tugal Semi-Mekanis Dengan Sistem Penjatah  
*Sumber : Feby, (2018)*

### 2.4.3 Tugal Benih Kedelai Semi Mekanis dengan Penakar Benih Tipe Geser

Penanaman benih kedelai memerlukan jarak antar lubang tanam, karena mempengaruhi ruang tumbuh. Tugal benih tipe geser ini memiliki jarak tanam antar benih kedelai, dapat diatur dengan kedalaman lubang tanam 2-4 cm, dengan kapasitas kerja 0,01 ha/Jam (Arifin, 2016). Adapun gambar dari tugal benih kedelai dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tugal Benih Kedelai Semi Mekanis Tipe Geser  
*Sumber : Arifin, (2016)*

## 2.5 Ergonomi

Menurut Nurmianto (2004), istilah ergonomi dari Bahasa latin yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam) dan juga studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerja. Ergonomi ditinjau secara fisiologi, *engineering*, psikologi, anatomi, dan desain perancangan. Ergonomi berkenaan dengan efisiensi, optimasi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan dalam bekerja. Ergonomi memiliki studi tentang sistem manusia, baik dari lingkungan kerja, berinteraksi, fasilitas kerja dan tujuan utama menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya.

Manusia menjadi sumber tenaga dibidang pertanian kurang efisien dan kurang efektif. Berdasarkan penelitian untuk mengolah tanah seluas 1 ha diperlukan 50 orang perharinya, dibandingkan dengan tenaga traktor hanya 20 HP, sama dengan 100 orang dengan menggunakan alat sederhana (Chatib, 2007). Adapun tabel Anthropolometri masyarakat Indonesia dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Anthropolometri Orang Indonesia (mm)

DIMENSI TUBUH	PRIA				WANITA			
	5%	50%	95%	SD	5%	50%	95%	SD
Tinggi tubuh posisi berdiri tegak	1532	1632	1732	61	1404	1563	1662	60
Tinggi mata	1425	1520	615	58	1350	1446	1542	58
Tinggi bahu	1247	1338	1429	55	1184	1272	1361	54
Tinggi siku	932	1003	1074	48	886	957	1028	48
Tinggi gengggaman tangan( <i>knukle</i> ) pada posisi rileks ke bawah	665	718	782	39	646	708	771	38
Tinggi badan pada posisi duduk	809	864	919	33	775	884	893	36
Tinggi mata pada posisi duduk	694	749	804	33	666	721	776	33
Tinggi bahu pada posisi duduk	523	572	621	30	501	550	599	30
Tinggi siku pada posisi duduk	181	231	282	31	175	229	283	33
Tebal paha	117	140	163	14	115	140	165	15
Jarak dari pantat kelutut	500	545	590	27	488	537	586	30
Jarak dari lipat lutut ( <i>popliteal</i> ) ke Pantat	405	450	495	27	488	537	586	30
Tinggi lutut	448	496	544	29	428	472	516	27
Tinggi Lipat Lutut ( <i>popliteal</i> )	361	403	445	26	337	382	428	28
Lebar Bahu	382	424	466	26	342	385	428	26
Lebar Panggul	291	331	371	24	298	345	392	29
Tebal Dada	174	212	250	28	178	228	278	30
Tebal Perut( <i>abdominal</i> )	174	228	282	33	175	231	287	34

Tabel 4. Lanjutan

DIMENSI TUBUH	PRIA	WANITA	478	21	374	409	287	34
	5%	50%	95%	SD	5%	50%	95%	SD
Panjang tangan	161	176	191	9	153	168	183	9
Lebar tangan	71	79	87	5	64	71	78	4
Jarak bentang dari ujung jari tangan kanan ke kiri	1520	1663	1806	87	1400	1523	1646	75
Tinggi pegangan tangan ( <i>grip</i> ) pada posisi tangan vertikal ke atas dan berdiri tegak	1795	1932	2051	78	1713	1841	1969	79
Tinggi pegangan tangan ( <i>grip</i> ) pada posisi tangan vertikal keatas dan duduk	649	708	767	37	610	661	712	31
Jarak genggam tangan ( <i>grip</i> ) ke punggung pada posisi tangan ke depan	1065	1169	1273	63	945	1030	1115	52
Diameter genggam (maksimum)	45	48	51	2	43	46	49	2

Sumber : Nurmianto (1991)

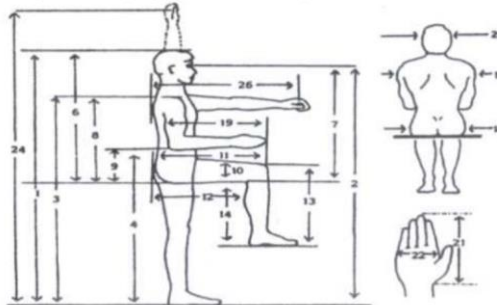
### 2.5.1 Analisis Rancangan Ergonomi

Menurut Wignjosoebroto (1995), dimensi ukuran tubuh manusia pada umumnya berbeda-beda, yang diaplikasikan dalam fasilitas kerja maupun untuk perancangan alat.

Populasi manusia yang beragam maka prinsip-prinsip yang diambil dalam aplikasi data antropometri, harus ditetapkan terlebih dahulu seperti di bawah ini:

1. Perancangan fasilitas berdasarkan individu
2. Perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan
3. Perancangan fasilitas berdasarkan ukuran rata-rata

Data antropometri anggota tubuh yang perlu diukur dapat dilihat pada Gambar 10. Aspek ergonomi yang perlu diperhatikan pada alat pelubang tanah untuk menanam kentang, diantaranya adalah.



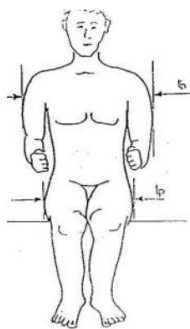
Gambar 10. Anthropometri Tubuh  
Sumber : Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya

### 1. Penentuan Tinggi Alat

Perancangan tinggi alat diambil dari tabel data anthropometri persentil 50, dimana data tinggi badan pada posisi berdiri pada bagian tinggi siku yaitu 1003 mm. Tinggi alat pelubang tanah untuk menanam kentang ini memiliki tinggi yaitu, 95 cm dikarenakan ketika pengguna sedikit menunduk, memudahkan untuk memberikan tekanan lebih.

### 2. Penentuan Lebar Alat

Perancangan lebar alat dilihat melalui data lebar bahu persentil 50 pria, yaitu 424 mm (Nurmianto, 1991). Untuk lebar alat ini sendiri 40 cm, dimana lebar alat, sama dengan panjang dari pegangan alat tersebut. Pegangan alat setiap 12 cm di sisi kanan dan kirinya, diberikan lapisan karet pegangan, untuk kenyamanan ketika digunakan. Untuk dimensi lebar dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Dimensi Lebar Bahu  
Sumber : Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya

### 3. Penentuan Diameter Genggaman Tangan

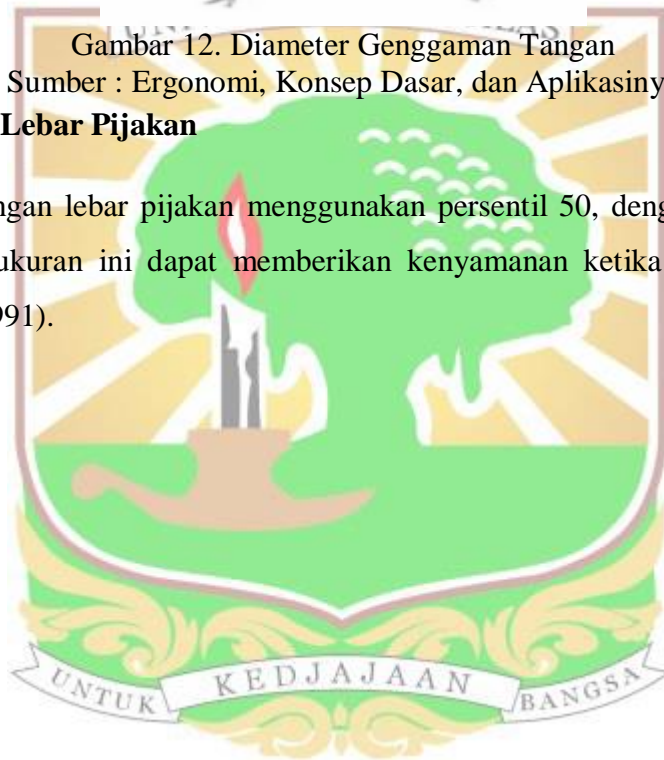
Perancangan dengan memperhatikan aspek anthropometri, untuk diameter genggaman tuas dudukan kiri dan kanan, yaitu persentil 50 dengan diameter genggaman tangan maksimum 48 mm (Nurmianto, 1991). Diameter genggaman tangan dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Diameter Genggaman Tangan  
Sumber : Ergonomi, Konsep Dasar, dan Aplikasinya

### 4. Penentuan Lebar Pijakan

Perancangan lebar pijakan menggunakan persentil 50, dengan ukuran 91,4 mm. dengan ukuran ini dapat memberikan kenyamanan ketika alat digunakan (Nurmianto,1991).





### **III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

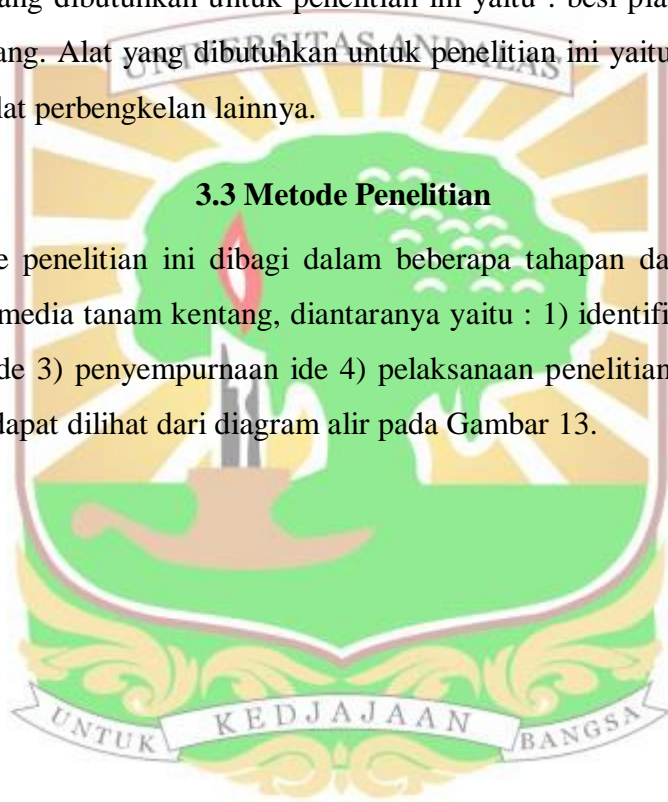
Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juni – Juli 2022 di lahan pertanian di Nagari Talang Babungo Kecamatan Hiliran Gumanti, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat. Alat dibuat di Laboratorium Manajemen mesin pertanian jurusan Teknik pertanian dan biosistem.

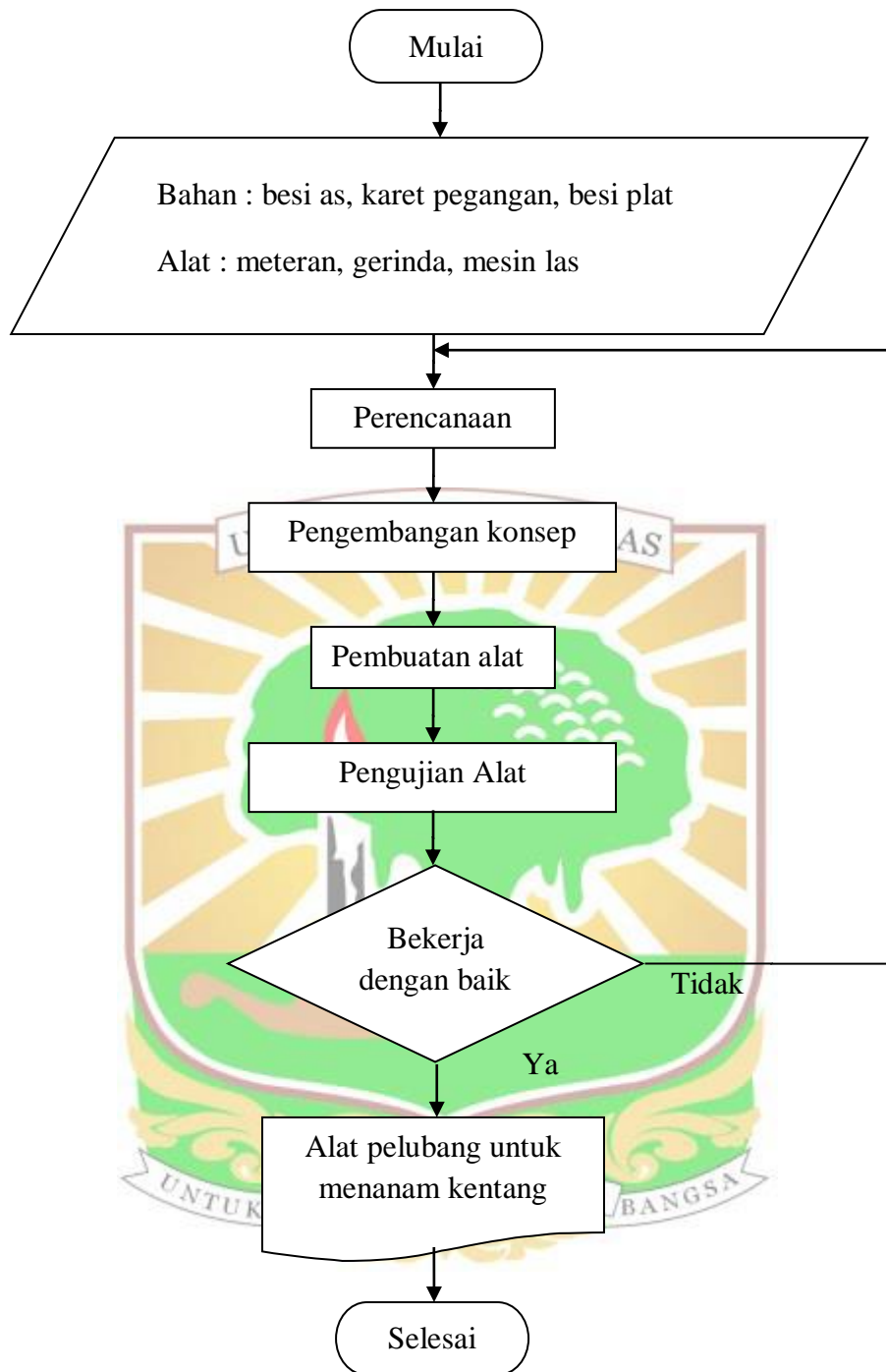
#### **3.2 Bahan dan Alat**

Bahan yang dibutuhkan untuk penelitian ini yaitu : besi plat, besi batangan dan bibit kentang. Alat yang dibutuhkan untuk penelitian ini yaitu : peralatan las, gerinda, dan alat perbengkelan lainnya.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Metode penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan dalam pembuatan alat pelubang media tanam kentang, diantaranya yaitu : 1) identifikasi masalah 2) inventarisasi ide 3) penyempurnaan ide 4) pelaksanaan penelitian. Adapun tahap penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir pada Gambar 13.





Gambar 13. Diagram Alir Konsep Rancangan dan Pembuatan Alat Pelubang Tanah untuk Media Tanam Kentang

### 3.3.1 Identifikasi Masalah

Masalah yang perlu diidentifikasi dari penelitian ini yaitu, banyaknya petani yang membuat lubang tanam masih menggunakan tangan ataupun cangkul.

Adapun alat pelubang untuk media tanam, tetapi diameternya tidak sesuai dengan ukuran kentang tersebut. Alat ini hanya bertumpu pada satu tenaga tekan yaitu tangan, maka dari itu dibuatlah pijakan untuk memberikan tekanan tambahan.

### 3.3.2 Inventarisasi Ide

Ide pembuatan alat ini berdasarkan cara penanaman kentang yang perlu ditimbun di dalam tanah dengan lubang tanam 10-15 cm. Jika dibandingkan dengan penggunaan cangkul, maka hasil lubang tanam tidak beraturan. Menggunakan alat ini akan terbentuk lubang tanam yang sesuai kebutuhan penanaman kentang. Alat pelubang tanam yang akan dikembangkan, diaplikasikan pada lahan yang sudah diolah dan dibuat gundukan. Alat ini akan dibuat dengan harga yang terjangkau oleh petani.

### 3.3.3 Penyempurnaan Ide

Ide yang muncul ini masih dalam model inspiratif, dimana diharapkan dapat menciptakan alat pelubang yang efektif dengan diameter dan kedalaman lubang yang tepat guna, dengan ide yang telah dijelaskan dalam perancangan struktural, maka perlu mengetahui fungsi secara keseluruhan alat tersebut.

### 3.3.4 Pelaksanaan Penelitian

Perancangan alat pelubang media tanam kentang ini dilaksanakan dalam tiga tahap. Yaitu tahap perancangan, tahap perakitan dan tahap pengujian.

#### a. Tahap Perancangan

Tahap perancangan ini dimulai dengan membuat sketsa dari alat pelubang media tanam kentang, serta mengumpulkan daftar alat dan bahan yang diperlukan untuk penelitian.

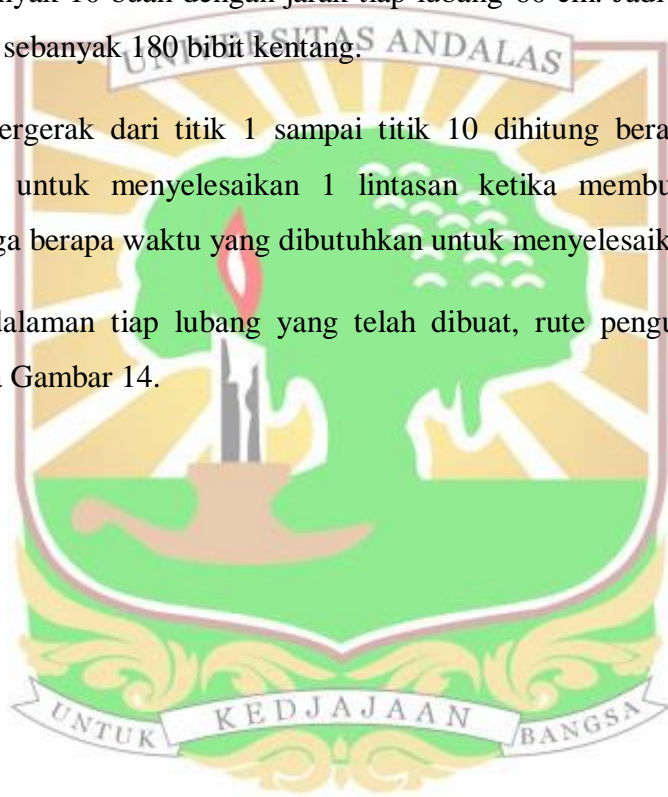
#### b. Tahap Perakitan

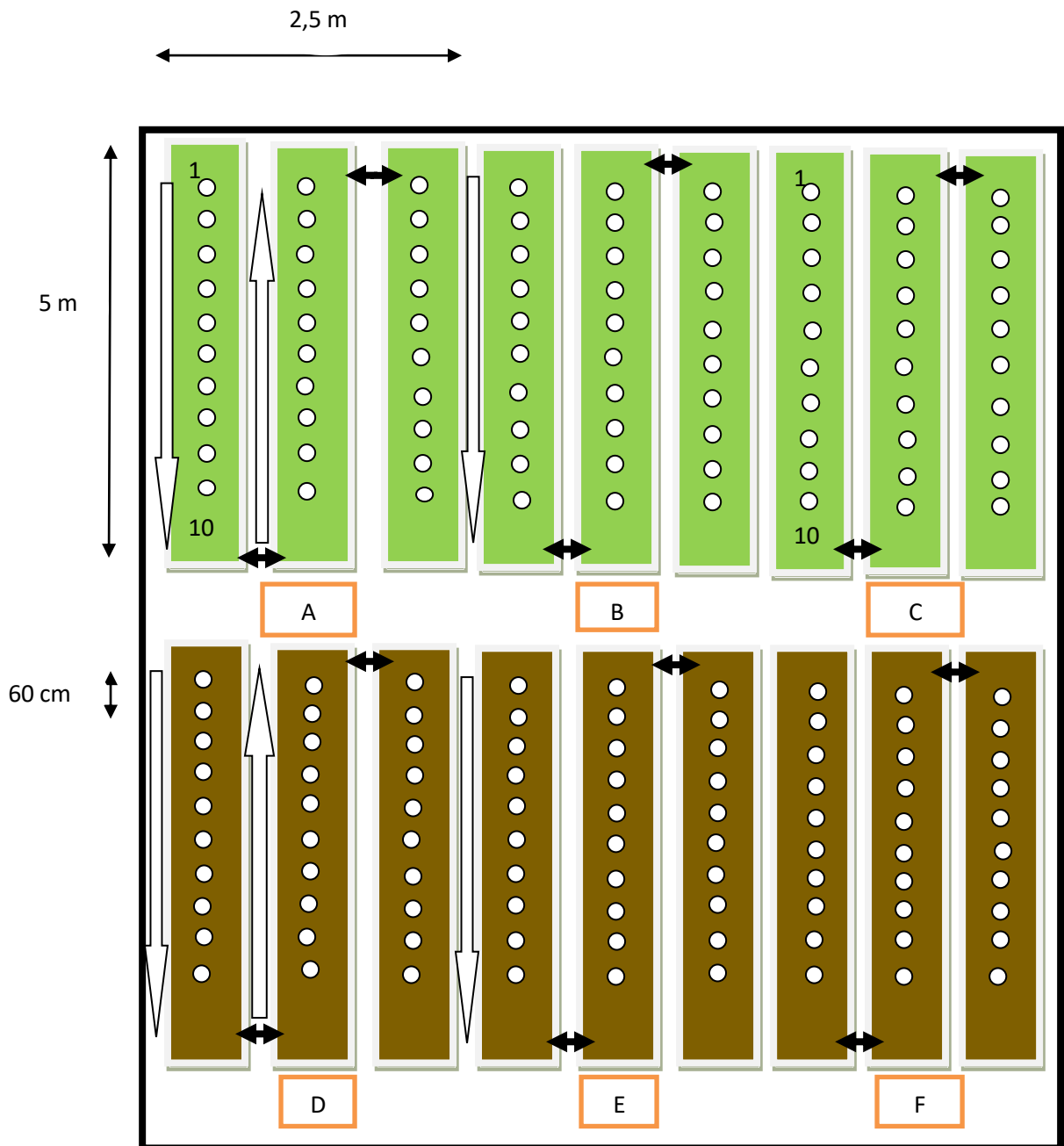
Tahap perakitan ini dilaksanakan dengan merakit alat dan bahan yang telah disediakan, dengan mengikuti sketsa rancangan yang telah dibuat.

### c. Tahap Pengujian

Adapun tahapan ketika melakukan pengujian, yaitu :

1. Sediakan lahan tanam dengan luas demplot 2,5x5 m sebanyak 6 demplot yang telah diolah atau digemburkan sebelum ditanam. Perlakuan pada demplot ke 1, 2, dan 3 melubangi dengan alat pelubang media tanam kentang. Demplot 4, 5, dan 6 dengan menggunakan cangkul.
2. Buat 3 lintasan tanam pada tiap demplot dengan tiap lintasan dibuat lubang tanam sebanyak 10 buah dengan jarak tiap lubang 60 cm. Jadi total bibit yang dibutuhkan sebanyak 180 bibit kentang.
3. Operator bergerak dari titik 1 sampai titik 10 dihitung berapa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 1 lintasan ketika membuat lubang dan dihitung juga berapa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 1 demplot
4. Hitung kedalaman tiap lubang yang telah dibuat, rute pengujian alat dapat dilihat pada Gambar 14.





Gambar 14. Pola Pengujian Alat

- a) Demplot dengan menggunakan alat ulangan 1.
- b) Demplot dengan menggunakan alat ulangan 2.
- c) Demplot dengan menggunakan alat ulangan 3.
- d) Demplot dengan menggunakan cangkul ulangan 1.
- e) Demplot dengan menggunakan cangkul ulangan 2.
- f) Demplot dengan menggunakan cangkul ulangan 3.



### 3.4 Proses Perancangan

Proses perancangan alat pelubang media tanam kentang ini sesuai dengan sketsa yang telah dibuat dengan panjang, lebar dan kegunaan alat sangat-sangat diperhatikan, agar alat yang telah dirancang memiliki ketelitian yang maksimal agar sesuai dengan hasil yang diinginkan.

#### 3.4.1 Analisis Rancangan Fungsional

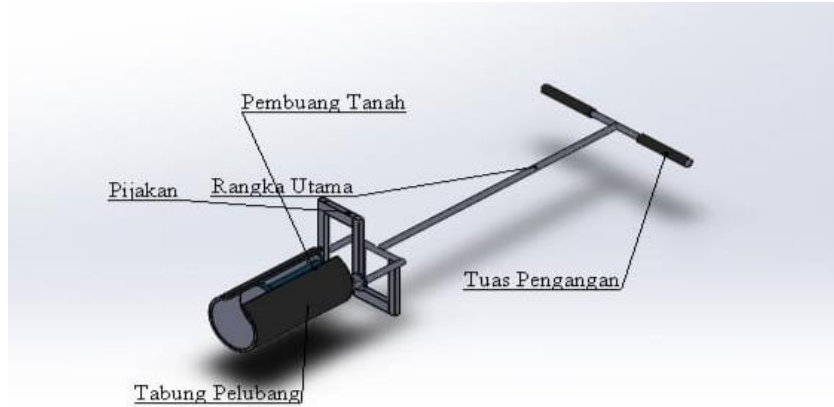
Tahapan yang dilakukan pada analisis rancangan fungsional yaitu, merancang posisi dan fungsi dari komponen-komponen yang terdapat pada alat pelubang media tanam kentang yang terdiri dari :

1. Rangka utama sebagai penopang atau dudukan dari semua komponen.
2. Tabung Pelubang sebagai alat yang berfungsi melubangi dan menyangkutkan tanah yang ada didalam tanah untuk dikeluarkan.
3. Pijakan merupakan komponen yang membantu menekan alat pelubang tanah kebawah, dan bagian pijakan satunya lagi untuk mengeluarkan tanah atau membuang tanah dari dalam tabung.
4. Tuas pegangan merupakan bagian yang membantu untuk memberikan tekanan ke bawah pada alat dan untuk memutar tabung. Pada pegangannya dilapisi dengan karet, agar tuas pegangan lebih nyaman untuk digunakan.

#### 3.4.2 Analisis Rancangan Struktural

##### a. Rangka Utama

Rangka utama pada alat pelubang media tanam kentang ini yaitu besi batangan, dimana pada batang utama memiliki panjang 50 cm, lalu dibentuk 2 cabang ke arah kanan dan kiri dengan panjang 5 cm, kemudian di ujung tiap-tiap cabang ditambahkan besi batangan ke arah bawah dengan panjang 25 cm untuk disambungkan dengan tabung pelubang. Adapun rangka utama pada alat pelubang dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Rangka Utama

b. Tabung Pelubang

Tabung pelubang ini terbuat dari besi plat yang memiliki ketebalan 0,5 cm dengan diameter luar tabung pelubang 10 cm dan untuk diameter dalamnya 9,5 cm. Bagian bawah tabung pelubang ditajamkan sedikit dengan gerinda agar ketika ditancapkan ketanah lebih mudah untuk masuk, untuk panjang tabung pelubang 20 cm. Data pengukuran untuk diameter tabung pelubang didapatkan dengan mencari perhitungan rata-rata bibit kentang dari persamaan (1).

$$GMD = \sqrt[3]{axbxc} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

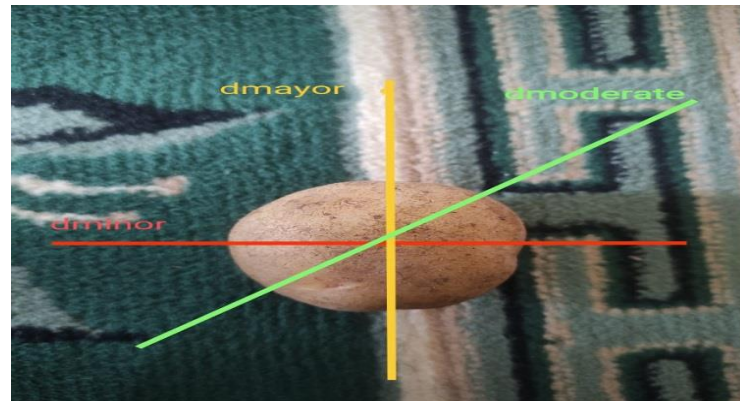
GMD = *Geometric mean diameter* (mm)

a = *d*<sub>mayor</sub> / panjang (mm)

b = *d*<sub>moderate</sub> / lebar (mm)

c = *d*<sub>minor</sub> / tebal (mm)

Data ukuran dari pengukuran GMD pada bibit kentang sebanyak 30 pengulangan, untuk melihat bagian pada kentang yang diukur dapat dilihat pada Gambar 16 dan Tabel 5.



Gambar 16. Bagian pengukuran GMD

Tabel 5. Data Ukuran Kentang (cm)

Ulangan	Dmayor	Dminor	Dmoderate	GMD
1.	6,6	5,5	6,3	6,11526
2.	7,3	6,4	7,3	6,9867
3.	5,1	4	4,8	4,6091
4.	6,5	5,8	6,5	6,2577
5.	5	4,2	4,8	4,6539
6.	5,6	4,8	4,8	5,0530
7.	5,5	4,7	5,4	5,1874
8.	6,8	5,6	6,2	6,1805
9.	5,4	4,8	5,3	5,1598
10.	4,9	4,7	5,3	4,9604
11.	5,8	4,9	5,5	5,3867
12.	5,3	4,3	5,1	4,8802
13.	7,2	6,8	7	6,9980
14.	4,3	4	4,3	4,1975
15.	4,8	4,3	4,4	4,4949
16.	4,5	4	4,2	4,2283
17.	6,4	6	6,2	6,1978
18.	5,7	4,2	4,8	4,8617
19.	5	4,4	4,8	4,7266
20.	5,5	5,4	5,6	5,4993
21.	7	6	7,3	6,7430
22.	4,8	4	4,7	4,4853
23.	6,3	6	6,5	6,2632
24.	4,2	3	4,2	3,7543
25.	5	4	4,9	4,6104
26.	5,1	4	4,9	4,6409
27.	5,9	5	5,2	5,3531
28.	4,8	4	4,9	4,5481
29.	5,2	4	5	4,7026
30.	5,1	4	5	4,6723
Rata-rata	5,5	4,4286	5,6667	
GMD				5,1679

Maka:

Diketahui :

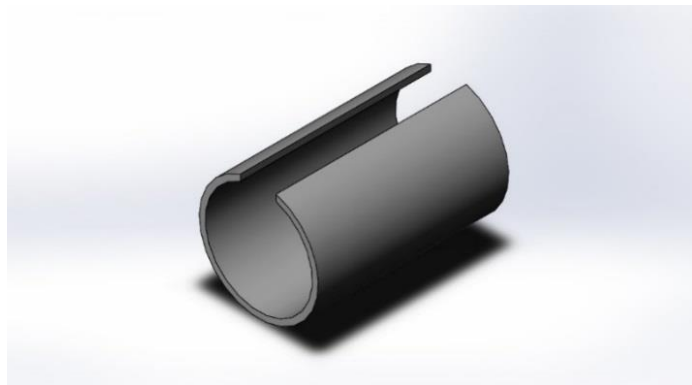
$$d_{\text{mayor}} = 5,5 \text{ cm}$$

$$d_{\text{moderate}} = 4,4286 \text{ cm}$$

$$d_{\text{minor}} = 5,6667 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, GMD} &= (axbxc)^{\frac{1}{3}} \\ &= (5,5 \times 4,4286 \times 5,6667)^{\frac{1}{3}} \text{ cm} \\ &= 5,1679 \text{ cm} \end{aligned}$$

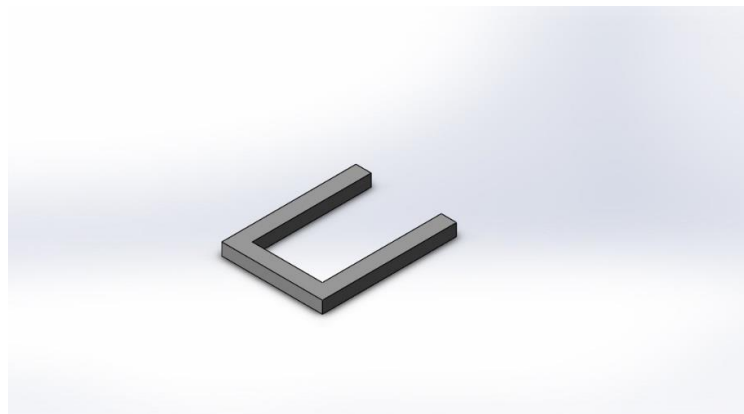
Adapun bentuk dari bagian pelubang pada alat pelubang tanah semi mekanis untuk menanam kentang dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Tabung Pelubang

#### c. Pijakan

Pijakan ini terbuat dari besi batangan dan besi plat dengan bentuk seperti huruf u, dimana tiap ujung besinya dilas pada cabang bawah yang ada kerangka utama, dimana berfungsi untuk memberikan tekanan kebawah pada alat. Pijakan yang kedua dilas pada pembuang tanah yang berfungsi untuk memberikan tekanan ketika membuang tanah yang tersangkut. Adapun bentuk dari bagian pijakan pada alat pelubang tanah semi mekanis untuk menanam kentang dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Pijakan

#### d. Tuas pegangan

Tuas pegangan terbuat dari besi batangan yang dilas pada bagian atas kerangka utama dengan panjang 30 cm dan memiliki diameter 1 cm. Ujung tuas pegangan dilapisi karet, dengan panjang 10 cm dan memiliki diameter 1 cm. Adapun bentuk dari bagian tuas pegangan pada alat pelubang tanah semi mekanis untuk menanam kentang dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. Tugas Pegangan

#### e. Pembuang Tanah

Pembuang tanah ini memiliki ukuran diameter 9 cm yang berfungsi sebagai bagian yang memampatkan tanah didalam tabung, agar tanah mudah diangkat ke atas. Pembuang tanah juga berfungsi untuk menekan tanah keluar atau membuang tanah dari dalam tabung pelubang. Adapun bentuk dari bagian pembuang tanah pada alat pelubang tanah semi mekanis untuk menanam kentang dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. Pembuang tanah

### 3.4.3 Kebutuhan Gaya

Gaya pada alat yang akan digunakan perlu dianalisa dimana bertujuan untuk mengetahui gaya alat dan letak gaya yang bekerja, perhitungan yang dibutuhkan



yaitu berapa tekanan kebawah yang diperlukan untuk mencari gaya yang bekerja, mencari momen gaya, mencari luas bidang tekan dan mencari tekanan yang diberikan oleh alat tersebut.

1. Daya Pijakan

Gaya pijakan yang digunakan pada alat dapat dicari menggunakan rumus pada persamaan (2).

$$F = m \times g \dots\dots\dots (2)$$

$$F = 52 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 509,6 \text{ N}$$

Dengan :

F = Gaya benda ketika dipijak (N)

m = Massa benda ketika dipijak (Kg)

g = Gravitasi bumi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

Berat alat yang digunakan pada alat dapat dicari menggunakan rumus pada persamaan (3).

$$W = m \times g \dots\dots\dots (3)$$

$$W = 8,3 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$W = 81,34 \text{ N}$$

Dengan :

F = Gaya benda ketika dipijak (Newton)

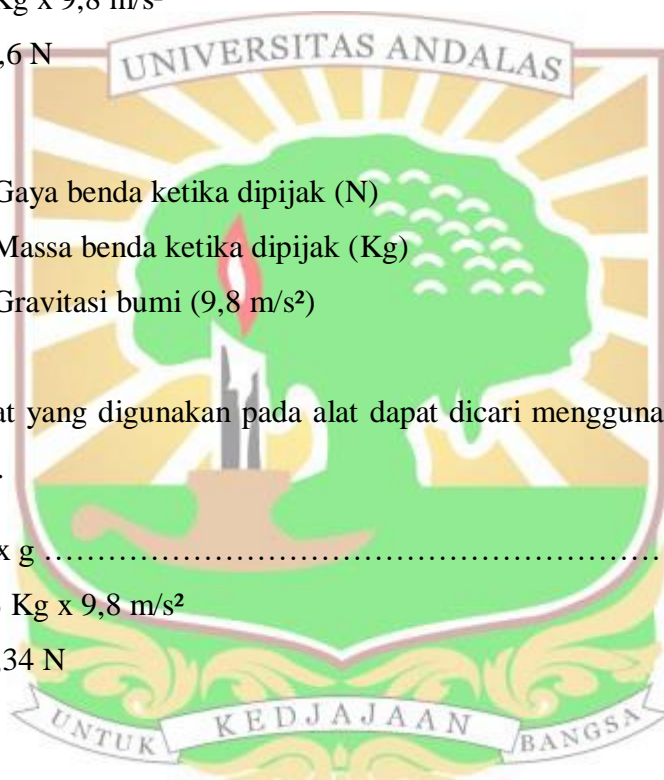
m = Massa benda ketika dipijak (Kg)

g = Gravitasi bumi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

Daya pijakan alat ke tanah dapat dicari menggunakan rumus pada persamaan (4).

$$P = F \text{ Pijakan} + W \text{ berat alat} \dots\dots\dots (4)$$

$$P = 509,6 \text{ N} + 81,34 \text{ N}$$



$$P = 590,94 \text{ N}$$

## 2. Mencari luas bidang tekan

Luas bidang tekan digunakan untuk mencari besarnya tekanan, sebagai pembagi. Luas bidang tekan berbentuk lingkaran, maka digunakan rumus pada persamaan (5).

$$A = \pi r^2 \dots\dots\dots (5)$$

$$A = 3,14 \text{ cm} \times (5 \text{ mm})^2$$

$$A = 0,0000785 \text{ m}^2$$

Keterangan :

A = Luas bidang tekan ( $\text{m}^2$ )

$\pi$  = 3,14 (cm)

r = jari-jari tabung (cm)

### 3.4.4 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja yang terdapat pada alat pelubang media tanam kentang ini yaitu dengan cara meletakkan bagian tabung pemotong diatas tanah yang sudah digemburkan. Tekan tuas pegangan sambil diputar kekanan dan kekiri sambil dipijak kebawah. Angkat alat ke atas dan pijak-pijakan bawah alat untuk mengeluarkan tanah yang tersangkut.

## 3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu, kedalaman lubang, kecepatan alat untuk membuat lubang tanam, waktu yang dibutuhkan untuk membuat lubang tanam, daya operator, kapasitas kerja efektif, kapasitas kerja teoritis, efisiensi, pengamatan tanaman dan pengamatan volume lubang.

### 3.5.1 Kedalaman Lubang

Kedalaman lubang yang dihasilkan oleh alat diukur dengan menggunakan meteran. Petani pada umumnya membuat lubang tanaman kentang dengan ukuran diameter 7-10 cm dengan kedalaman 10-15 cm yang sesuai dengan kedalam tanah yang baik untuk menanam kentang (Sunarjono, 1975). Adapun rumus untuk

mendapatkan nilai rata-rata kedalaman lubang menggunakan rumus pada persamaan (6).

$$\bar{h} = \frac{\sum_i h_i}{n} \dots\dots\dots (6)$$

Dengan keterangan :

- $\bar{h}$  = Rata-rata kedalaman Lubang (cm)
- $h_i$  = kedalaman Lubang Tiap Lintasan (cm)
- $n$  = banyak lubang tiap lintasan

### 3.5.2 Kecepatan Proses Pelubangan Tanah

Menghitung berapa waktu yang dibutuhkan alat untuk membuat satu lubang tanam. Pada penelitian ini digunakan *stopwatch* untuk menghitung waktu yang dibutuhkan alat untuk melubangi tanah. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung kecepatan alat untuk membuat lubang tanam tiap lintasan yaitu pada persamaan (7).

$$V = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (7)$$

Dengan keterangan :

- $V$  = kecepatan (m/s)
- $s$  = jarak membuat lubang (m)
- $t$  = waktu (s)

### 3.5.3 Daya Operator

Pengukuran denyut jantung operator dilakukan sebelum melakukan pelubangan dengan menggunakan alat pelubang media tanam kentang dan setelah menggunakan alat. Hal ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui berapa energi kW yang dikeluarkan untuk melubangi tanah menggunakan alat pelubang media tanam kentang. Pengukuran daya operator dapat dihitung menggunakan alat *Garmin Forerunner 35* dan *Heart Rate Monitor (HRM)*.

*Garmin forerunner 35* dipasangkan pada pergelangan tangan operator, dan untuk HRM dipasangkan pada dada operator dengan melingkar, selanjutnya *Garmin forerunner 35* bekerja mengandalkan sensor yang terletak pada bagian

belakang alat, dengan sistem *Optical Heart Rate* (OHR), sensor ini menggunakan lampu LED untuk membaca laju aliran pada pembuluh darah dan HRM yang terhubung dengan *Garmin forerunner 35* berfungsi membaca detak jantung operator.

Denyut jantung didapatkan dengan cara, denyut jantung X per menit, dengan nilai efisiensi termal manusia adalah 15% (Institut Pertanian Bogor, 1978 dalam Fadlan, 2014).

#### 3.5.4 Kapasitas Kerja Efektif/KKE (ha/jam)

Pengujian yang dilakukan yaitu mengukur kapasitas alat yang telah dirancang dilahan yang memiliki luas lahan 7,5x5 m<sup>2</sup>. Adapun rumus yang digunakan untuk mendapatkan kapasitas kerja efektif menggunakan rumus pada persamaan (8) (Santosa, 2005).

$$KKE = \frac{A}{T} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

KKE = Kapasitas kerja efektif (ha/jam)

A = Total luas (ha)

T = Total waktu (jam)

#### 3.5.5 Kapasitas Kerja Teoritis/KKT (ha/jam)

Pengujian ini dilakukan mengetahui kapasitas atau luas pengerjaan yang dihasilkan alat selama beroperasi setiap waktunya, (santosa, 2005). Adapun rumus yang digunakan untuk mengetahui kapasitas kerja teoritis pada alat, yaitu persamaan (9).

$$KKT = 0,36 \times V \times L \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

KKT = Kapasitas kerja teoritis (ha/jam)

V = Kecepatan penanaman (m/s)

L = Lebar jarak (Jarak tanam antar bibit) (m)

### 3.5.6 Efisiensi

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui efisiensi alat, yaitu dari pengujian kapasitas lapang teoritis dengan kapasitas lapang efektif, didapatkan dalam satuan (%). Menurut Santosa (2005) rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai efisiensi yaitu pada persamaan (10).

$$E = \frac{KKE}{KKT} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

- E = Efisiensi kerja lapangan (%)
- KKE = kapasitas kerja efektif (ha/jam)
- KKT = kapasitas kerja teoritis (ha/jam)

### 3.5.7 Pengamatan Tanaman

Pengujian pengamatan tanaman dilakukan untuk melihat perkembangan tanaman setelah penanaman yang dimulai dari bibit. Pengamatan dilakukan pada hari ke 25 setelah masa tanam dan didapatkan hasil dari pengamatan adalah rata-rata tinggi tanaman.

### 3.5.8 Pengamatan Diameter dan Tinggi Runtuhan Lubang

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu melihat berapa diameter kedalaman dan diameter samping lubang yang terbentuk. Hal ini dilakukan untuk mengecek tanah yang runtuh disamping maupun dibawah.

## 3.6 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi ini dilakukan untuk mengetahui biaya pokok pengembangan alat pelubang Semi mekanis media tanam kentang dengan menghitung biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap didapatkan dengan menghitung biaya bunga modal dan biaya penyusutan dan untuk biaya tidak tetap didapatkan dari biaya pemeliharaan dan biaya operator.

### 3.6.1 Biaya Tetap Alat Pelubang Media Tanam Kentang

1. Biaya Penyusutan (*D*)

$$D = \frac{(P+s)}{2} \dots\dots\dots (11)$$



Dengan:

- D = Biaya Penyusutan Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp/th)
- p = Nilai Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp)
- S = Nilai Akhir Alat setelah N tahun (Rp) 10%
- N = Umur Ekonomis Alat Pelubang Media Tanam Kentang (th)

2. Biaya Bunga Modal ( I )

$$I = \frac{i(P-S)}{2} \dots\dots\dots (12)$$

Dengan :

- I = Bunga Modal Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp/th)
- i = Suku Bunga di bank (3,5%/Th)
- P = Harga Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp)
- S = Nilai Akhir setelah N tahun (Rp) 10%

Sehingga didapatkan biaya tetap Alat Pelubang Media Tanam Kentang sebesar :

$$BT = D + I \dots\dots\dots (13)$$

Dengan :

- BT = Biaya Tetap Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp/th)
- D = Biaya Penyusutan Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp/th)
- I = Bunga Modal Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp/th)

**3.6.2 Biaya Tidak Tetap Alat Pelubang Media Tanam Kentang**

1. Biaya Operator

$$Bo = \frac{Wop}{Wt} \dots\dots\dots (14)$$

Dengan :

- Bo = Biaya Operatot (Rp/Jam)
- Wop = Upah Tenaga Kerja (Rp)
- Wt = Jam kerja/ Hari (Jam)

## 2. Biaya perawatan dan perbaikan Alat Pelubang Media Tanam Kentang

$$PP = 2\% \frac{(P-S)}{100 \text{ jam}} \dots\dots\dots (15)$$

Dengan :

PP = Biaya perawatan dan perbaikan Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp/Jam)

P = Harga Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp)

S = Nilai Akhir Alat setelah N tahun (Rp) 10%

Sehingga didapatkan biaya tetap Alat Pelubang Media Tanam Kentang sebesar :

$$BTT = Bo + PP \dots\dots\dots (16)$$

Dengan :

BTT = Biaya Tidak Tetap Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp/Jam)

Bo = Biaya Operatot (Rp/Jam)

PP = Biaya perawatan dan perbaikan Alat (Rp/Jam)

### 3.6.3 Biaya Pokok Alat Pelubang Media Tanam Kentang

$$BP = \frac{\left(\frac{BT}{n}\right) + BTT}{Kp} \dots\dots\dots (17)$$

Keterangan :

BP = Biaya Pokok Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp/Kg)

BT = Biaya Tetap Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp/th)

BTT = Biaya Tidak Tetap Alat Pelubang Media Tanam Kentang (Rp/th)

Kp = Kapasitas Kerja Alat Pelubang Media Tanam Kentang (lubang/Jam)

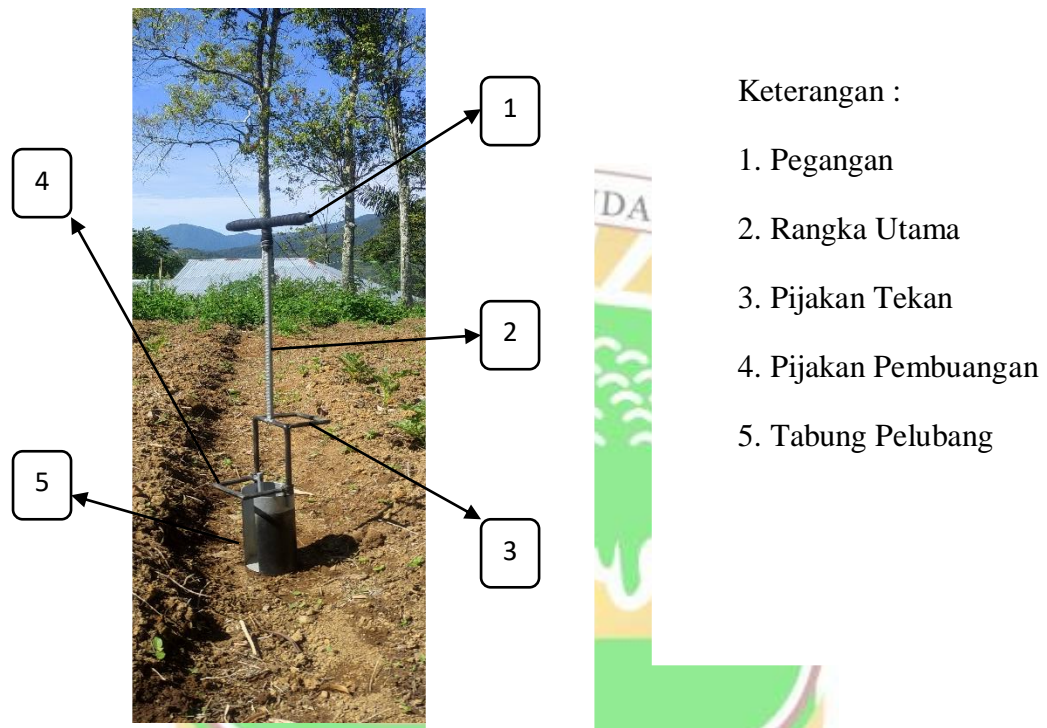
n = Jam Kerja (Jam/th)



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Rancangan

Alat pelubang tanah semi mekanis untuk media tanam kentang yang telah dirancang memiliki beberapa komponen, diantaranya dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Hasil Rancangan Alat Pelubang Tanah Semi Mekanis Untuk Media Tanam Kentang

Cara kerja dari alat pelubang tanah semi mekanis untuk media tanam kentang ini yaitu, sebagai berikut :

1. Tancapkan alat pada tanah yang sudah digemburkan.
2. Tekan alat kebawah pada bagian pegangan, dan pijak alat kebawah pada bagian pijakan.
3. Lalu putar alat 360° pada bagian pegangan, kemudian Tarik alat keluar dari tanah.
4. Pijak bagian pijakan pembuang tanah, untuk membuang tanah yang tersangkut.

Adapun spesifikasi dari alat pelubang tanah semi mekanis untuk media tanam kentang, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Spesifikasi Alat Pelubang Tanah Semi Mekanis untuk Media Tanam Kentang Setelah Pengembangan dan Sebelum Pengembangan

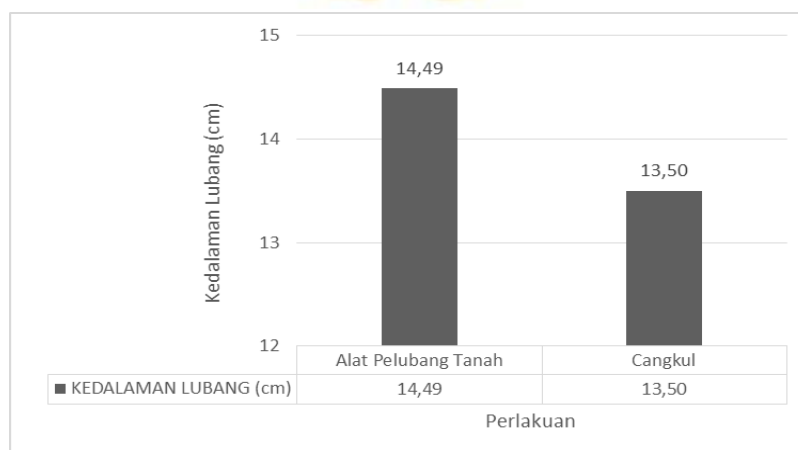
Spesifikasi	Setelah Pengembangan	Sebelum Pengembangan
Nama	Alat Pelubang Tanah Semi Mekanis untuk Media Tanam Kentang ( <i>Solanum Tuberosum</i> L)	Alat Pelubang Tanah Media Tanam Kentang
Tinggi Alat	95 cm	90 cm
Lebar alat	40 cm	15 cm
Berat alat	8,3 kg	5,2 kg
Diameter Tabung	10 cm	7 cm

## 4.2 Uji Kinerja Alat

Pengujian alat dilaksanakan di Nagari Talang Babungo, Kecamatan Hiliran Gumanti, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat. Menurut (Balai Penyuluh Kecamatan Lembah Gumanti, 2019 dalam Nofirman 2019) jenis tanah di Lembah Gumanti berpedoman kepada batuan dasar, terdiri dari tanah latusol, grumasol, dan podsolik merah kuning. Kondisi iklim di Kecamatan Lembah Gumanti ditemukan suhu terendah pada tahun 2018 yaitu 27°C, dan suhu tertinggi adalah 36°C.

### 4.2.1 Kedalaman Lubang

Kedalaman lubang yang dimaksud adalah kedalaman tanah yang diperoleh ketika alat ditancapkan. Perhitungan kedalaman tanam dan grafik dapat dilihat pada Gambar 22 dan Lampiran 2.



Gambar 22. Grafik Kedalaman Lubang Tanam



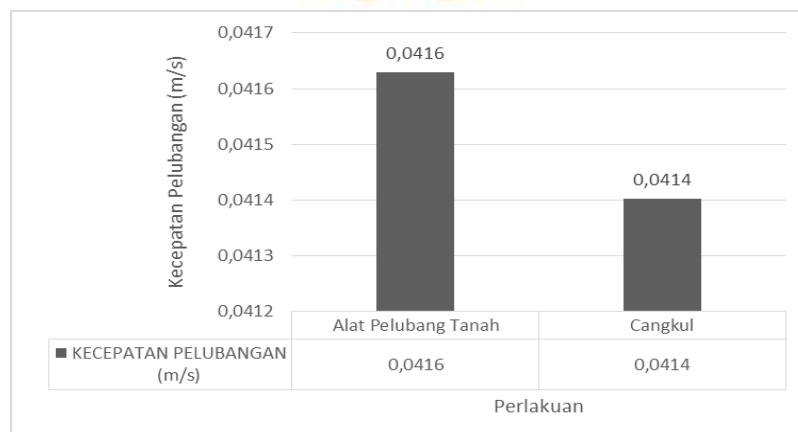
Menurut (Wayan, 2019) rata-rata kedalaman lubang tanam untuk kentang, yaitu 10-15 cm. Berdasarkan grafik pada Gambar 22 kedalaman lubang yang dihasilkan menggunakan alat pelubang, yaitu 14,49 cm. Cangkul menghasilkan rata-rata kedalaman lubang, yaitu 13,5 cm. Data hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa alat pelubang lebih baik membuat lubang tanam dibandingkan menggunakan cangkul. Perbedaan nilai kedalaman tanah dipengaruhi oleh kondisi tanah yang terlalu gembur dan masih adanya bongkahan tanah yang keras. Adapun gambar lubang yang terbentuk dari alat pelubang dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Lubang Tanam

#### 4.2.2 Kecepatan Proses Pelubangan Tanah

Kecepatan proses pelubangan tanah didapatkan dari hasil perhitungan jarak lintasan dibagi dengan waktu yang diperlukan alat untuk menempuh tiap lintasan. Perhitungan kecepatan proses pelubangan tanah dan grafik dapat dilihat pada Gambar 24 dan Lampiran 3.



Gambar 24. Grafik Kecepatan Pelubangan

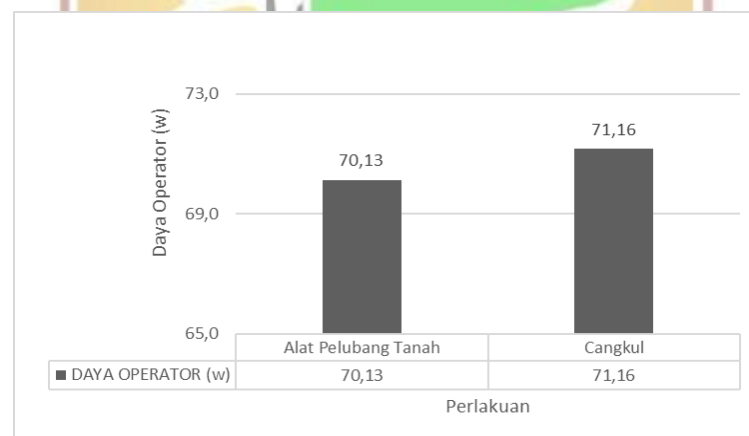


Berdasarkan grafik pada Gambar 24 rata-rata kecepatan pelubangan menggunakan alat pelubang yaitu 0,0416 m/s. Rata-rata kecepatan pelubangan menggunakan cangkul yaitu, 0,0414 m/s. Perbandingan kecepatan kedua alat dalam membuat lubang tanam alat pelubang lebih cepat dibandingkan menggunakan cangkul.

Perbedaan kecepatan antara cangkul dan alat pelubang dikarenakan 1) alat pelubang hanya perlu sekali saja di tancapkan sedangkan cangkul bisa lebih dari 3 kali ditancapkan per lubang, 2) kondisi tanah yang tidak terlalu gembur dan masih ada bongkahan, 3) tanah yang tersangkut pada alat dibuang dengan sekali pijak, sedangkan cangkul perlu berulang kali membuang tanah yang tersangkut.

#### 4.2.3 Daya Operator

Daya operator diukur untuk mengetahui banyaknya tenaga yang digunakan ketika menggunakan alat saat bekerja. Grafik dan perhitungan menghitung daya operator dapat dilihat pada Gambar 25 dan Lampiran 4.



Gambar 25. Grafik Daya Operator

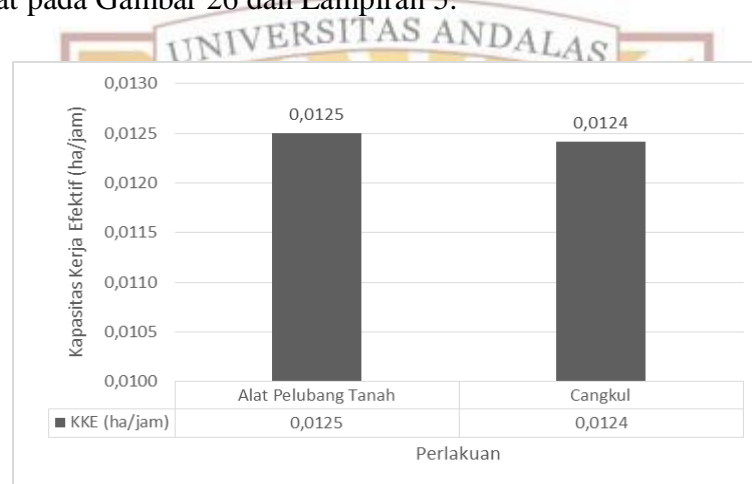
Berdasarkan grafik pada Gambar 25 rata-rata daya operator yang didapatkan ketika menggunakan alat pelubang yaitu 70,13 w. Rata-rata daya operator ketika menggunakan cangkul untuk membuat lubang tanam, yaitu 71,16 w. Daya operator yang dikeluarkan ketika melakukan pelubangan, cangkul lebih besar tenaga yang dikeluarkan dibandingkan menggunakan cangkul.

Perhitungan data yang didapat ketika melakukan pelubangan, alat pelubang maupun cangkul masuk ke dalam kategori kerja agak berat, dimana dibutuhkan

tenaga sebesar 0.33-0.55 kW dan denyut nadi 100-125/menit oleh Wanders (1978). Daya operator yang dikeluarkan dipengaruhi oleh 1) ketika menekan alat kebawah hingga tertancap ditanah, 2) memutar alat ketika sudah tertancap, 3) menarik alat yang sudah tertancap untuk keluar, 4) membuang tanah yang tersangkut dengan cara menekan bagian pijakan pembuangan.

#### 4.2.4 Kapasitas Kerja Efektif/KKE (ha/jam)

Kapasitas Kerja Efektif (KKE) alat merupakan suatu kemampuan alat dalam melakukan kerja dalam ha/jam. Perhitungan dan grafik kapasitas kerja efektif alat dapat dilihat pada Gambar 26 dan Lampiran 5.



Gambar 26. Grafik Kapasitas Kerja Efektif (ha/jam)

Berdasarkan grafik pada Gambar 26 rata-rata kapasitas kerja efektif alat pelubang yaitu, 0,0125 ha/jam. Cangkul memiliki nilai rata-rata kapasitas kerja efektif yaitu, 0,0124 ha/jam. Alat pelubang memiliki nilai kapasitas kerja efektif lebih baik di bandingkan cangkul.

Nilai kapasitas kerja efektif alat pelubang ini lebih besar dibandingkan nilai kapasitas kerja efektif penanam manual penelitian Iskandar (2017) yaitu 0,0087 ha/jam dan juga lebih besar dibandingkan alat penanam semi mekanis penelitian sugiana (2017) yaitu 0,0122 ha/jam. Adapun lintasan pelubangan dapat dilihat pada Gambar 27.



(a)

(b)

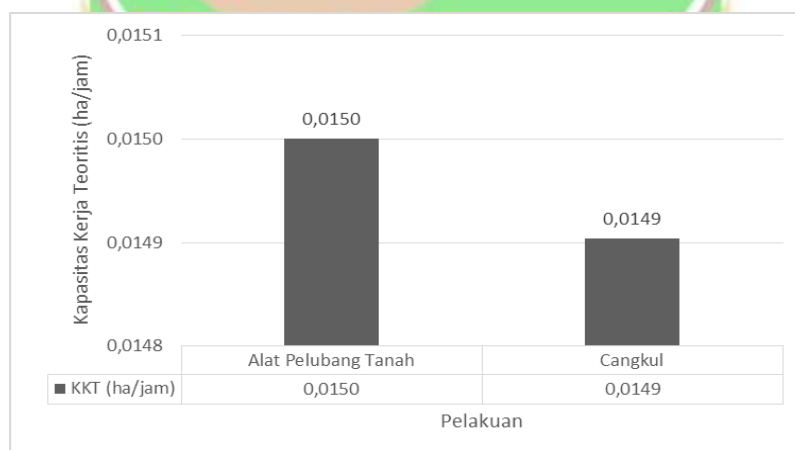
Gambar 27. Lintasan Pelubangan

a) Lintasan lubang tanaman kentang dengan alat

b) Lintasan lubang tanaman kentang dengan kentang

#### 4.2.5 Kapasitas Kerja Teoritis/KKT (ha/jam)

Kapasitas Kerja Teoritis (KKT) alat merupakan suatu kecepatan alat melakukan kerja disuatu lintasan dengan lebar kerja dikalikan secara teoritis dalam ha/jam. Perhitungan dan grafik kapasitas kerja teoritis alat dapat dilihat pada Gambar 28 dan Lampiran 6.



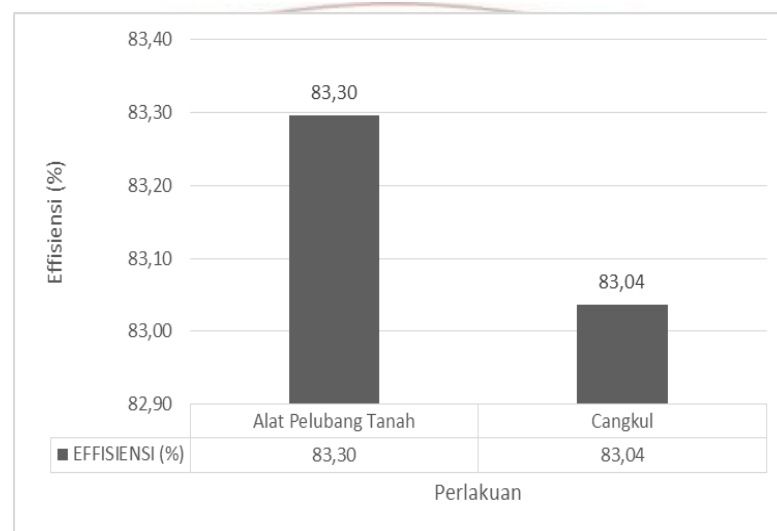
Gambar 28. Kapasitas Kerja Teortis (ha/jam)

Berdasarkan grafik pada Gambar 28 rata-rata kapasitas kerja teoritis alat pelubang yaitu, 0,0150 ha/jam. Cangkul memiliki nilai rata-rata kapasitas kerja teoritis yaitu, 0,0149 ha/jam. Alat pelubang memiliki nilai kapasitas kerja teoritis lebih baik di bandingkan cangkul.

Nilai kapasitas kerja teorits alat pelubang tanah ini lebih baik dibandingkan nilai kapasitas kerja teorits penanam manual penelitian Iskandar (2017) yaitu 0,0135 ha/jam, dan lebih kecil dibandingkan alat penanam semi mekanis penelitian sugiana, (2017) yaitu 0,0370 ha/jam.

#### 4.2.6 Efisiensi (%)

Efisiensi ialah suatu perbandingan antara kapasitas kerja efektif dengan kapasitas kerja teoritis. Perhitungan dan gambar perhitungan efisiensi dapat dilihat pada Lampiran7 dan Gambar 29.



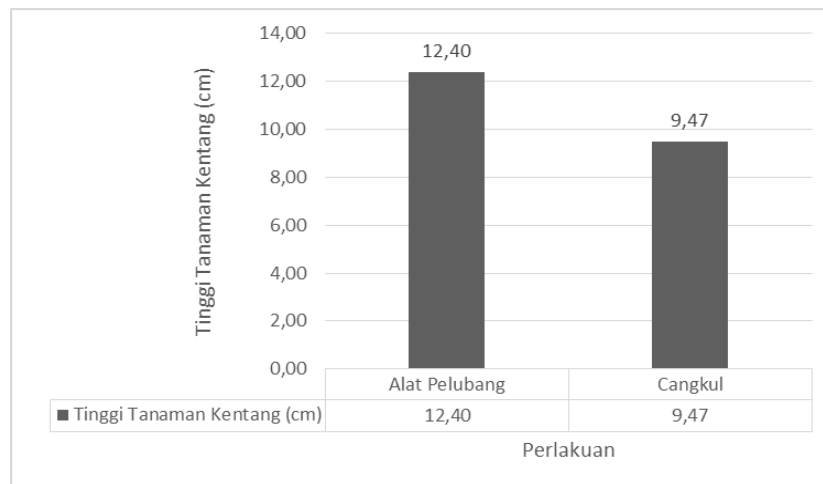
Gambar 29. Grafik Efisiensi

Berdasarkan grafik pada Gambar 29 rata-rata efisiensi alat ketika membuat lubang tanam., yaitu 83,30 %. Rata-rata efisiensi dengan menggunakan cangkul, yaitu 83,04 %. Alat pelubang memiliki nilai efisiensi lebih baik di bandingkan cangkul.

Pengujian alat ini memiliki nilai efisiensi yang beragam, hal ini dikarenakan kebiasaan operator ketika menggunakan suatu alat mempengaruhi waktu penyelesaian tiap lintasan. Nilai efisiensi yang tinggi membuktikan bahwa alat pelubang adalah alat yang tepat guna untuk membuat lubang tanam untuk tanaman kentang.

#### 4.2.7 Pengamatan Tanaman

Pengamatan tanaman dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman kentang pada hari ke 25 setelah penanaman, dengan mengambil data tinggi dari 30 tanaman kentang yang telah tumbuh. Grafik dan Tabel perhitungan pengamatan tanaman dilihat pada Gambar 30 dan Lampiran 8.



Gambar 30. Grafik Tinggi Tanaman Kentang

Berdasarkan grafik pada Gambar 30 rata-rata tinggi tanaman kentang yang ditanam menggunakan alat pelubang tanah, yaitu 12,40 cm. Rata-rata tinggi tanaman kentang dengan menggunakan cangkul, yaitu 9,47 cm. Pertumbuhan tinggi tanaman kentang menggunakan alat pelubang tanah baik dibandingkan dengan menggunakan cangkul.

Keberagaman tinggi suatu tanaman kentang dipengaruhi oleh beragam faktor. Faktor yang mempengaruhi diantaranya 1) kedalaman lubang, 2) diameter lubang. Lubang tanam tidak boleh terlalu besar ataupun terlalu kecil, dimana dapat menyebabkan tanaman kekurangan oksigen, sehingga respirasi akan terhambat, menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman kentang. Berdasarkan data yang didapatkan tumbuh tanaman kentang lebih cepat dibandingkan cangkul, dapat disimpulkan bahwa alat pelubang menghasilkan lubang tanam yang tepat untuk tanaman kentang. Penelitian ini tidak memberikan perlakuan lebih kepada tanaman kentang, seperti memberi pupuk ataupun pestisida kepada tanaman kentang. Hal itu dilakukan untuk melihat perbandingan



pengaruh dari alat pelubang tanah dan cangkul. Adapun gambar tinggi tanaman dapat dilihat pada Gambar 31.



(a) UNIVERSITAS ANDALAS (b)

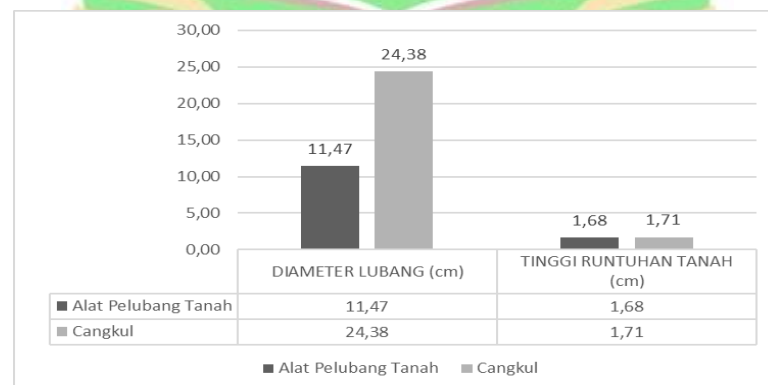
Gambar 31. Tinggi Tanaman Kentang

a) Tinggi tanaman kentang dengan alat

b) Tinggi tanaman kentang dengan cangkul

#### 4.2.8 Pengamatan Diameter dan Tinggi Runtuhan Lubang

Pengamatan diameter dan tinggi runtuh lubang ialah mengamati diameter lubang yang terbentuk oleh alat dan apakah terdapat runtuh tanah pada lubang yang dibuat. Grafik dan tabel pengamatan volume lubang dapat dilihat pada Gambar 32 dan lampiran 9.



Gambar 32. Grafik Diameter dan Tinggi Runtuhan Lubang.

Berdasarkan grafik pada Gambar 32 rata-rata diameter lubang tanam dan tinggi runtuh menggunakan alat pelubang tanah, yaitu 11,47 cm dan 1,68 cm. Rata-rata diameter lubang tanam dan tinggi runtuh yang didapatkan dengan

menggunakan cangkul, yaitu 24,38 cm dan 1,71 cm. Perbandingan diameter lubang tanam dan tinggi runtunan yang terbentuk, alat pelubang tanah lebih baik dibandingkan menggunakan cangkul.

Perbedaan diameter lubang dan runtunan tanah dari 2 alat tersebut dikarenakan, alat pelubang tanah memiliki ujung pelubang yang bulat, dimana hal tersebut mempermudah ketika melakukan pemotongan ditanah. Alat ini ketika sudah tertancap diputar terlebih dahulu 360°, perlakuan tersebut membuat potong diameter tanahnya tidak terlalu lebar. Cangkul memiliki pemotong yang lurus, dimana hal tersebut membuat diameter lubang menjadi besar dan tidak beraturan. Diameter lubang yang baik untuk tanaman kentang, sesuai dengan nilai yang diterangkan oleh (wayan, 2019) yaitu, 10-15 cm.

Berdasarkan grafik perbedaan runtunan tanah antara cangkul dan alat pelubang tanah tidak berbeda jauh, dikarenakan kedua alat sama-sama menyangkutkan tanah di ujung mata pelubang yang tertancap ditanah. Tanah yang tertancap di masing-masing alat, kemudian dibuang di luar lubang.

#### 4.2.9 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi alat pelubang tanah semi mekanis untuk media tanam kentang, terdiri dari biaya tetap, yang terbagi menjadi biaya penyusutan dan biaya bunga modal. Biaya tidak tetap yang terbagi menjadi biaya operator dan biaya perawatan atau perbaikan alat. Analisis ekonomi alat pelubang tanah semi mekanis untuk media tanam kentang yang terakhir, yaitu biaya pokok. Hasil analisis biaya tetap alat pelubang tanah semi mekanis untuk media tanam kentang dapat dilihat pada Tabel 7 dan Lampiran 10.

Tabel 7. Hasil Analisis Biaya Tetap

<b>BIAYA TETAP</b>	
<b>Biaya Penyusutan (D)</b>	Rp. 45.000/tahun
<b>Biaya Bunga Modal (I)</b>	Rp. 4.812,5/tahun
<b>Biaya Tetap (D + I)</b>	Rp. 49.812,5/tahun

Adapun analisis dari biaya tidak tetap alat pelubang tanah semi mekanis untuk menanam kentang terdapat pada Lampiran 10 dan Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis Biaya Tidak Tetap

<b>BIAYA TIDAK TETAP</b>	
<b>Biaya Operator (Bo)</b>	Rp. 7.142/jam
<b>Biaya perbaikan dan perawatan (PP)</b>	Rp. 45/jam
<b>Biaya Tidak Tetap (PP + Bo)</b>	Rp. 7.187/jam

Hasil analisis biaya pokok alat pelubang tanah semi mekanis untuk media tanam kentang dapat dilihat pada Tabel 9 dan lampiran 10

Tabel 9. Hasil Analisis Biaya Pokok

<b>Hasil</b>	
<b>Biaya Pokok</b>	Rp. 24,02/lubang

Nilai ekonomi dari biaya tetap didapatkan dari perhitungan biaya penyusutan sebesar Rp. 45.000/tahun dan biaya bunga modal Rp. 3.937,5/tahun, maka didapatkan biaya tetapnya sebesar Rp.48.937,5/tahun. Biaya tidak tetap nilai ekonominya didapatkan dari perhitungan biaya operator Rp. 7.142/jam dan biaya perawatan atau perbaikan sebesar Rp. 45/jam, maka didapatkan biaya tidak tetap sebesar Rp. 7.187/jam. Nilai ekonomi untuk biaya pokok pelubangan alat pelubang tanah semi mekanis untuk media tanam kentang, didapatkan sebesar Rp. 24,02/lubang.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, yaitu sebagai berikut :

1. Alat pelubang tanah semi mekanis untuk menanam kentang memiliki rancangan yang baik untuk membuat lubang tanam bagi tanaman kentang. Kedalaman lubang rata-rata yang dihasilkan dari alat pelubang tanah untuk media tanam kentang yaitu 14,49 cm.
2. Uji teknis dan uji ekonomis yang telah dilakukan pada alat pelubang tanah untuk menanam kentang didapatkan kecepatan rata-rata pelubangan yang dihasilkan yaitu 0,0416 m/s. Daya operator rata-rata yang diperlukan ketika menggunakan alat pelubang tanah yaitu 0,4679 kW. Efisiensi rata-rata pelubangan yang dihasilkan dari penggunaan alat pelubang tanah yaitu 83,30 %. Biaya pokok perancangan alat pelubang tanah untuk media tanam kentang didapatkan sebesar Rp. 24,02/lubang.

### 5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian ini selanjutnya untuk memodifikasi alat ini sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan untuk perancangan alat, menggunakan bahan yang lebih ringan dan lebih kuat agar dapat digunakan dengan maksimal.
2. Perlu adanya perbaikan pada penyambung antara bagian pembuang tanah dengan besi batang penyambung kelubang. Ukuran lingkaran penyambung lebih baik dibesarkan, agar mempermudah bagian pembuang naik ke atas.
3. Perbaikan ergonomie dibagian pegangan dan pijakan menggunakan persentil 5 %, agar semua operator dapat menggunakannya.
4. Pada bagian tabung pelubang dibagian lebar tabung pelubangan lebih baik pengukurannya mengacu pada dimensi terbesar kentang yang ditemukan.
5. Menentukan kekuatan bahan yang digunakan pada alat pelubang tanah.



## DAFTAR PUSTAKA

- AAK, 1985. *Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran Aksi Agraris Kanisius*. Yogyakarta: Kanisius 1992.
- Amalia, Anugerah F, Heni SP Rahayu, dan Muchtar. 2020. *Komparasi Kinerja Alat Tanam Jagung dan Tugal Pada Lahan Kering Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah*. *Jurnal Agritechno*, Vol 13.No 2. Hal 97-104
- Arifin, Nur, Siswoyo S, dan Tasiman. 2016. *Modifikasi Tugal Benih Kedelai Semi Mekanis dengan Penakar Benih Tipe Geser*. *Jurnal Prosidang Seminar Nasional APTA*.
- Chatib, C. 2007. *Alat dan Mesin Pertanian*. Program studi teknik pertanian, Jurusan Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian : Padang.
- Fatchullah, Deden. 2016. *Pengaruh Jarak Tanam dan Kedalaman Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang (*solanum tuberosum L.*) Generasi Dua (G2) Varietas Granola*. *Jurnal Politeknik Negeri Lampung*. Vol 4. No 5. Hal 95-105.
- Febriani, M. 2001. *Upaya Perbanyak Benih Kentang (*Solanum tuberosum*Zeller) Varietas Granola yang Berkualitas Tinggi dan Bebas Penyakit di KBH Tawangmangu*. Fakultas Pertanian UNSOED : Purwokerto.
- Hadiyanti, Dedeh, Suparwoto, dan Johannes A. 2015. *Penggunaan Mulsa Plastik Pada Usahatani Kentang di Kota Pagar Alam Sumatera Selatan*. *Jurnal Politeknik Negeri Lampung*, Vol 2.No 01. Hal 98-104.
- Hajad, Makbul, Radi, dan Bambang P. 2021. *Pengembangan Alat Tanam Jagung Tipe Tugal dalam untuk Lahan Kritis*. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol 10. No 2. Hal 129-138

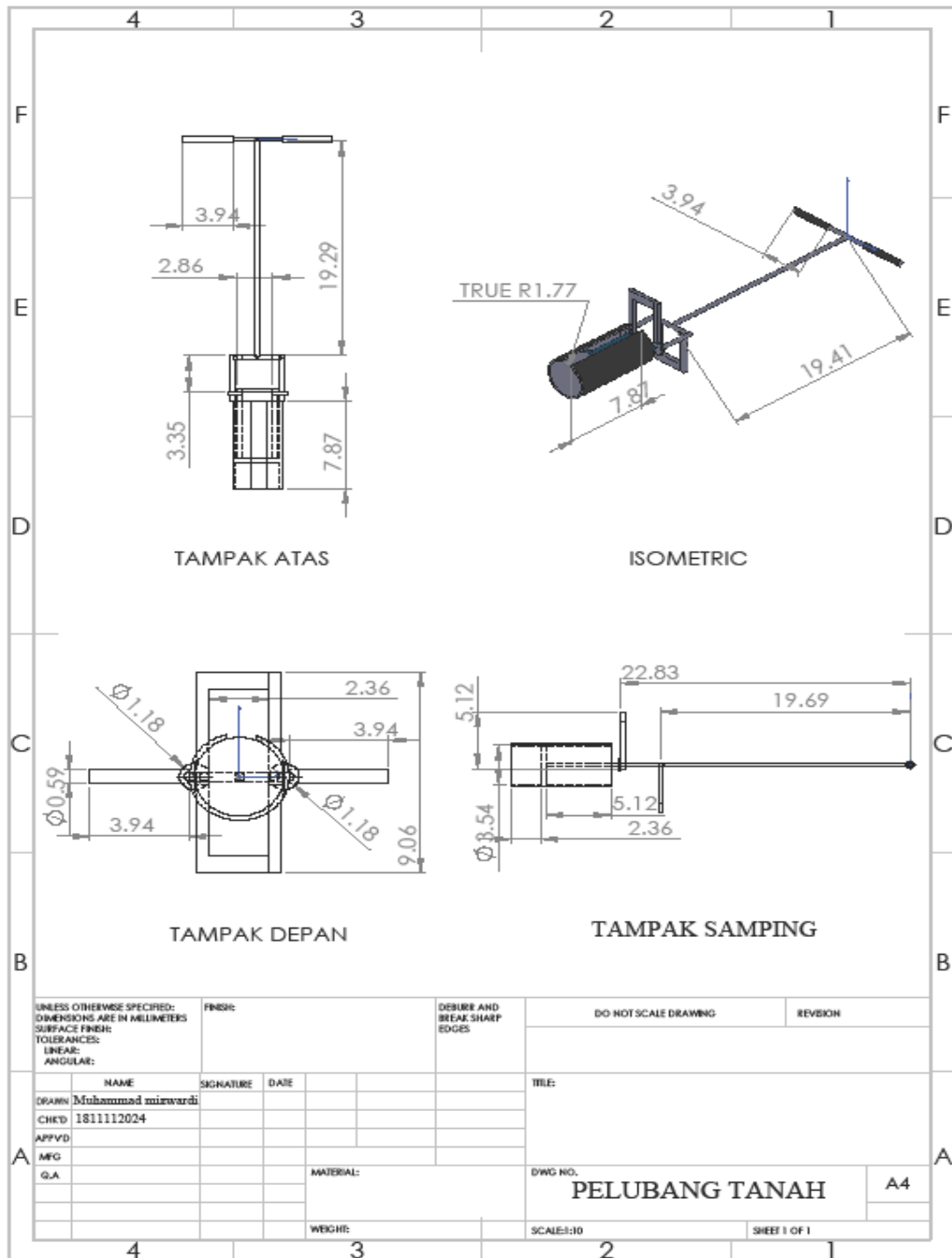


- Liliana, Y, Suharyo W, dan Ahmad A. 2007. *Pertimbangan antropometri pada pendisainan*. Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir: Yogyakarta. 21-22 November 2007.
- Luthfianto, S. dan Siswiyanti. 2008. *Pengujian dalam Rancangan Desain Produk*. Tegal : Universitas Pancasakti Tegal.
- Nindyawati, lina, Ina, Putu T, Anak A, Istri S. 2019. *Pengaruh perbandingan kentang kukus dan tepung kacang hijau ( phaseolus radiates L.) terhadap karakteristik flakes*. *Jurnal ilmu dan teknologi pangan*. Vol 08. No 01. Hal 66-74.
- Nofirman. 2019. *Studi Keunggulan Wilayah dan Komoditi Hortikultura di Daerah Lembah Gumanti Kabupaten Solok*. Vol 4. No 1. Hal 73-88.
- Nopriandy, Feby, dan Suhendra 2018. *Rancang Bangun dan Uji Kinerja Tugal Semi Mekanis dengan Sistem Penajatah Beputar untuk Kacang Hijau (Vigna Radiata L.)*. *Jurnal POSITRON*. Vol 8. No 01. Hal 37-42.
- Novi, dan Yohanna A. 2018. *Perancangan alat bantu perpindahan barang barang yang ergonomis (Studi kasus di PT. "X", Bandung)*. *Journal Of Integrated System*. Vol 01. No 02. Hal 230-251
- Nurmianto, E. 1991. *Ergonomi, Konsep Dasar, dan Aplikasinya*. Surabaya : Guna Widya.
- Purnomo, Ronal N, Julius M, dan Hadi S. 2017. *Perancangan alat angkut tabung LPG 3 Kg yang ergonomis (Studi kasus di UD.X)*. *jurnal ilmiah widya teknik*. Vol 16. No 01. Hal 1-18.
- Purwandi. 1999. *Ekonomi Teknik*. Jakarta : Gramedia.
- Putri, Renny E. 2021. *Alat Pengolah Tanah Tepat Guna Untuk Mendukung Pertanian Organik*. Padang : LPPM – Universitas Andalas.
- Ridwan, H. 1980. *Perhitungan biaya produksi empat varietas kentang dan informasi pasar*. Lembaga Penelitian Hortikultura, Pasar Minggu (Jakarta).

- Rukmana, R. 1997. *Kentang budidaya dan pasca panen*. Kanisius, Yogyakarta.
- Samadi, B. 1997. *Usahatani Kentang*. Kanisius. Yogyakarta.
- Santosa, Andasuryani, Rinaldi S, dan Dede P. 2007. *Modifikasi Rotary Tiller sebagai Implement pada Traktor Tangan (Modification of Rotary Tiller As Implement Of Hand Tractor)*. Padang : Fakultas Pertanian. Universitas Andalas.Vol. V, No.1.Hal 70.
- Santosa, Andasuryani, V. Veronica. 2005. *Kinerja Traktor Tangan Untuk Pengolahan Tanah. Jurnal Akademia*.Vol 09. No 02. Hal 1-7.
- Saputrayadi, Adi, dan Marianah. 2018. *Kajian mutu stik kentang (solanum tuberasum L.) dengan lama perendaman dalam natrium bisulfit. Jurnal Agrotek ummat*. Vol 05. No 01. Hal 11-18.
- Sidhil, Komang, Aniko H N, dan Daniel H. 2019. *Kajian Karakteristik dan Kuat Geser Tanah Gambut dengan Penambahan Semen Tipe 1 Sebagai Bahan Perbaikan. Jurnal Konferensi Nasional Teknik Sipil 13*. Hal 1-8.
- Sukmawati, Duwi, Hermin I, dan Rachmad S. 2021. *Desain Tugal Penanam Jagung Double Fungsi Sistem Pegas untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian. Jurnal NOE*.Vol 4. No 01. Hal 64-71.
- Sunarjono, H. 1975. *Budidaya kentang*. N.V. Soeroengan, Jakarta. Warsito.
- Utami, Gina Rahma, Megayani S, dan Asep S. (2015). *Penanganan Budidaya Kentang (Solanum tuberosum L.) di Bandung, Jawa Barat. Jurnal Bul. Agrohorti* 3(1). Vol 03. No 01. Hal 105-109.
- Wanders, A. A. 1987. *Pengukuran Energi dalam Strategi Mekanisasi Pertanian*. [Skripsi]. Bogor. Departemen Mekanisasi Pertanian FATETA. IPB.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat Pelubang Tanah untuk Media Tanam Kentang



**Lampiran 2. Kedalaman Lubang**

Lintasan	Lubang										Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	15,4	12,6	13,7	13,4	14	13,1	16,3	14,2	13,2	15	14,09
2	13,4	14,6	13,4	15,5	16,1	12	13,3	13,2	14,5	15,3	14,13
3	12	15,8	16,4	15	15,7	15	15,3	16,3	14,3	16	15,18
4	16,4	14,6	16	15,3	13,1	14	15,3	14,7	15,2	15	14,96
5	12,2	15	16,5	12,5	15	11	15,3	12,8	14,4	13,7	13,84
6	13,3	14,2	13,4	16,5	13,7	12	16,7	14,2	13,8	12,1	13,99
7	13,5	14,2	14,5	16,2	15,4	15,5	14,1	13,9	15,2	15	14,75
8	14	15,1	13,8	14,2	13,9	15	15,3	16,2	15,9	14,5	14,79
9	13,9	14,7	14,5	15,6	14,7	14	15	15,2	14,9	14,3	14,68
10	12,2	14	16,7	13,7	12,5	14,5	13,5	12,2	13,7	12,8	13,58
11	12,8	14,6	13,7	16,3	14,1	13,9	16,2	14,4	13,9	14,7	14,46
12	12,2	15	14,3	13,8	16,2	16	13,7	13,6	12,5	14,9	14,22
13	11,3	13,3	13,4	12,6	14,2	13,5	11,7	12,8	11,5	12,8	12,71
14	14,6	12,5	11,8	14,8	13,2	11	13,4	14,2	12,1	12,4	13
15	12,6	12,8	14,6	14,1	12,9	11,3	12	13,7	13,2	12,8	13
16	15,1	13,4	13,8	13,9	14,6	13	13,7	13,5	11	12,9	13,49
17	13,2	14,2	12,9	12,6	15,1	14,1	14	11,7	13,6	15	13,64
18	11,1	11,9	12,8	14,3	13,9	13	13,4	14,2	13	11,9	13,41

Lintasan 1

$$\begin{aligned} \bar{h} &= \frac{\sum h_i}{n} \\ &= \frac{140,9}{10} \text{ cm} \\ &= 14,09 \text{ cm} \end{aligned}$$

Lintasan 2

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{141,3}{10} \text{ cm} \\ &= 14,13 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 3

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{151,8}{10} \text{ cm} \\ &= 15,18 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 4

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{149,6}{10} \text{ cm} \\ &= 14,96 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 5

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{138,4}{10} \text{ cm} \\ &= 13,84 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 6

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{139,9}{10} \text{ cm} \\ &= 13,99 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 7

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{147,5}{10} \text{ cm} \\ &= 14,75 \text{ cm}\end{aligned}$$





Lintasan 8

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{147,9}{10} \text{ cm} \\ &= 14,79 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 9

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{146,8}{10} \text{ cm} \\ &= 14,68 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 10

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{135,8}{10} \text{ cm} \\ &= 13,58 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 11

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{144,6}{10} \text{ cm} \\ &= 14,46 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 12

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{142,2}{10} \text{ cm} \\ &= 14,22 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 13

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{127,1}{10} \text{ cm} \\ &= 12,71 \text{ cm}\end{aligned}$$



Lintasan 14

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{130}{10} \text{ cm} \\ &= 13 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 15

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{130}{10} \text{ cm} \\ &= 13 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 16

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{134,9}{10} \text{ cm} \\ &= 13,49 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 17

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{136,4}{10} \text{ cm} \\ &= 13,64 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lintasan 18

$$\begin{aligned}\bar{h} &= \frac{\sum hi}{n} \\ &= \frac{134,1}{10} \text{ cm} \\ &= 13,41 \text{ cm}\end{aligned}$$



### Lampiran 3. Kecepatan Proses Pelubangan Tanah

Lintasan	Jarak (m)	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)
1	5	119	0,0420
2	5	120	0,0416
3	5	121	0,0413
4	5	121	0,0416
5	5	120	0,0413
6	5	120	0,0416
7	5	120	0,0416
8	5	119	0,0420
9	5	121	0,0413
10	5	119	0,0420
11	5	121	0,0413
12	5	123	0,0406
13	5	121	0,0420
14	5	122	0,0409
15	5	120	0,4167
16	5	120	0,0416
17	5	121	0,0413
18	5	120	0,0416

Lintasan 1

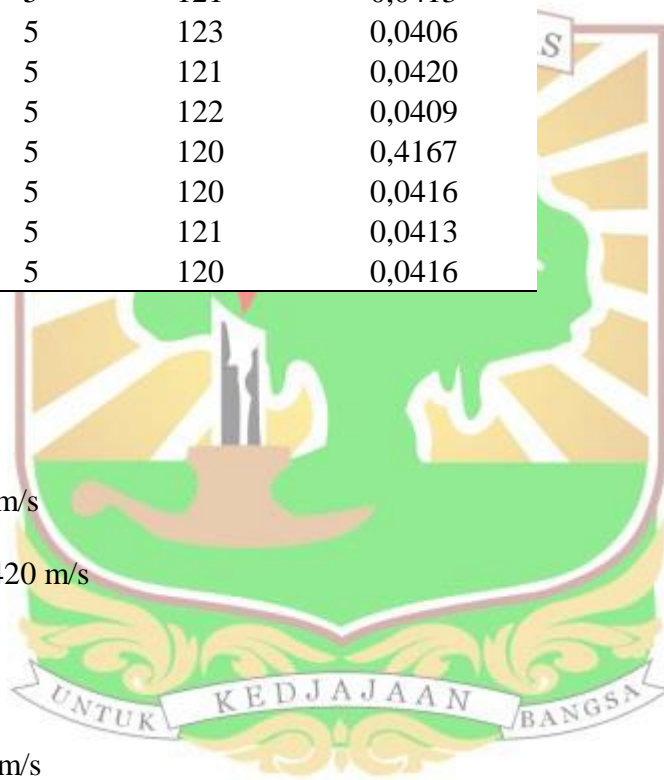
$$\begin{aligned}
 V &= \frac{s}{t} \\
 &= \frac{5}{119} \text{ m/s} \\
 &= 0,0420 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Lintasan 2

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{s}{t} \\
 &= \frac{5}{120} \text{ m/s} \\
 &= 0,0416 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Lintasan 3

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{s}{t} \\
 &= \frac{5}{121} \text{ m/s} \\
 &= 0,0413 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$



Lintasan 4

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{121} \text{ m/s} \\ &= 0,0413 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lintasan 5

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{120} \text{ m/s} \\ &= 0,0416 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lintasan 6

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{120} \text{ m/s} \\ &= 0,0416 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lintasan 7

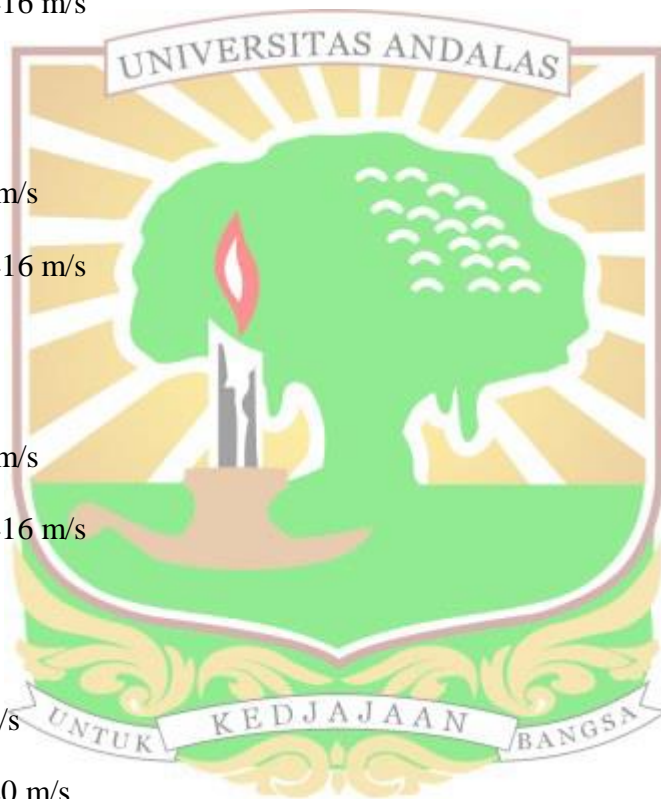
$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{120} \text{ m/s} \\ &= 0,0416 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lintasan 8

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{119} \text{ m/s} \\ &= 0,0420 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lintasan 9

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{121} \text{ m/s} \\ &= 0,0413 \text{ m/s} \end{aligned}$$



Lintasan 10

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{119} \text{ m/s} \\ &= 0,0420 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lintasan 11

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{121} \text{ m/s} \\ &= 0,0413 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lintasan 12

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{123} \text{ m/s} \\ &= 0,0406 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lintasan 13

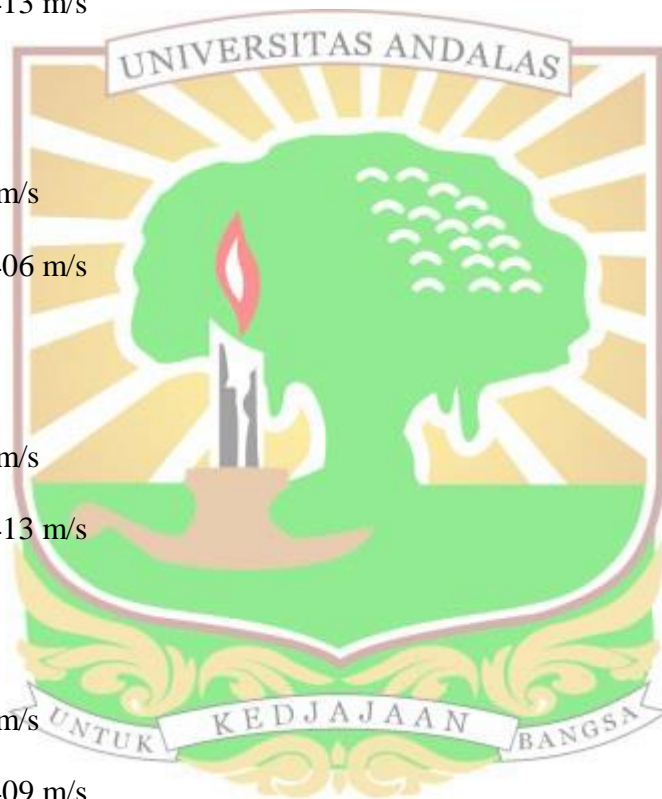
$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{121} \text{ m/s} \\ &= 0,0413 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lintasan 14

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{122} \text{ m/s} \\ &= 0,0409 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Lintasan 15

$$\begin{aligned} V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{120} \text{ m/s} \\ &= 0,0416 \text{ m/s} \end{aligned}$$





Lintasan 16

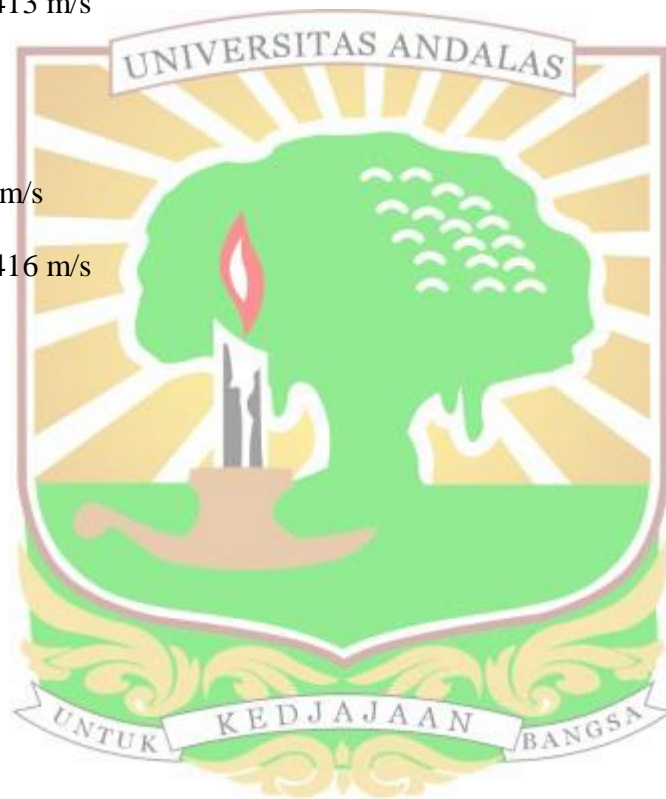
$$\begin{aligned}V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{120} \text{ m/s} \\ &= 0,0416 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Lintasan 17

$$\begin{aligned}V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{121} \text{ m/s} \\ &= 0,0413 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Lintasan 18

$$\begin{aligned}V &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{120} \text{ m/s} \\ &= 0,0416 \text{ m/s}\end{aligned}$$



#### Lampiran 4. Kebutuhan Daya Operator

Lintasan	X (bpm)	X1 (bpm)	X2 (bpm)	Y1 (kW)	Y2 (kW)	Y (kW)	Po (watt)
1	111	100	125	0,33	0,55	0,4268	64
2	114	100	125	0,33	0,55	0,4532	67,9
3	115	100	125	0,33	0,55	0,462	69,3
4	117	100	125	0,33	0,55	0,4796	71,85
5	119	100	125	0,33	0,55	0,4972	74,5
6	117	100	125	0,33	0,55	0,4796	71,94
7	116	100	125	0,33	0,55	0,4708	70,6
8	115	100	125	0,33	0,55	0,462	69,3
9	117	100	125	0,33	0,55	0,4796	71,8
10	114	100	125	0,33	0,55	0,4532	67,9
11	119	100	125	0,33	0,55	0,4972	74,5
12	116	100	125	0,33	0,55	0,4708	70,6
13	117	100	125	0,33	0,55	0,4796	71,9
14	115	100	125	0,33	0,55	0,462	69,3
15	117	100	125	0,33	0,55	0,4796	71,94
16	118	100	125	0,33	0,55	0,4884	73,2
17	114	100	125	0,33	0,55	0,4532	67,98
18	118	100	125	0,33	0,55	0,4884	73,2

Lintasan 1

Denyut nadi = 111/menit

$$Y = Y1 + \frac{X-X1}{X2-X1} |Y2 - Y1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{111-100}{125-100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,4268 \text{ kW}$$

$$Po = 15\% \times Y$$

$$Po = 0,15 \times 0,4268$$

$$Po = 0,064$$

$$Po = 64 \text{ watt}$$

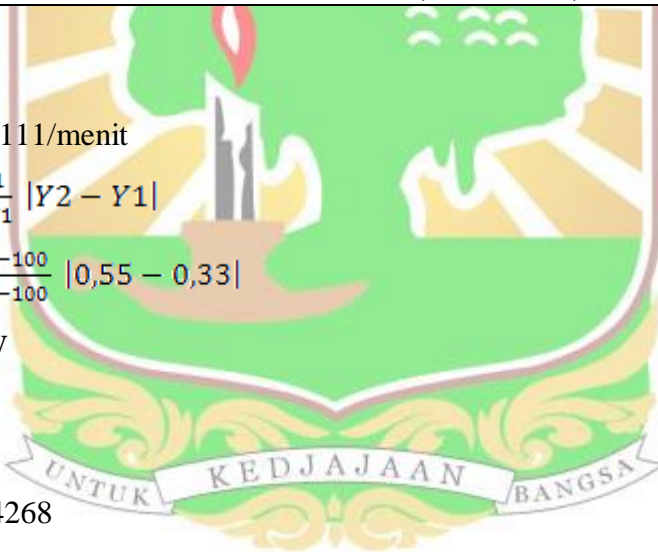
Lintasan 2

Denyut nadi = 114/menit

$$Y = Y1 + \frac{X-X1}{X2-X1} |Y2 - Y1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{114-100}{125-100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,4532 \text{ kW}$$



$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4532$$

$$P_o = 0,0679$$

$$P_o = 67,9 \text{ watt}$$

Lintasan 3

Denyut nadi = 115/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{115 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,462 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,462$$

$$P_o = 0,0693$$

$$P_o = 69,3 \text{ watt}$$

Lintasan 4

Denyut nadi = 117/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{117 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

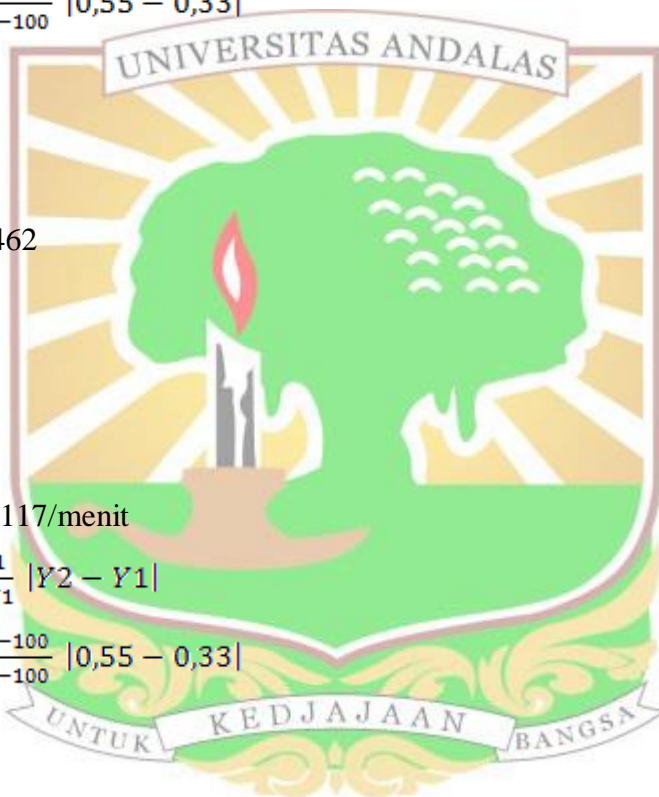
$$Y = 0,479 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,479$$

$$P_o = 0,07185$$

$$P_o = 71,85 \text{ watt}$$



Lintasan 5

Denyut nadi = 119/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{119 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,4972 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4972$$

$$P_o = 0,0745$$

$$P_o = 74,5 \text{ watt}$$

Lintasan 6

Denyut nadi = 117/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{117 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

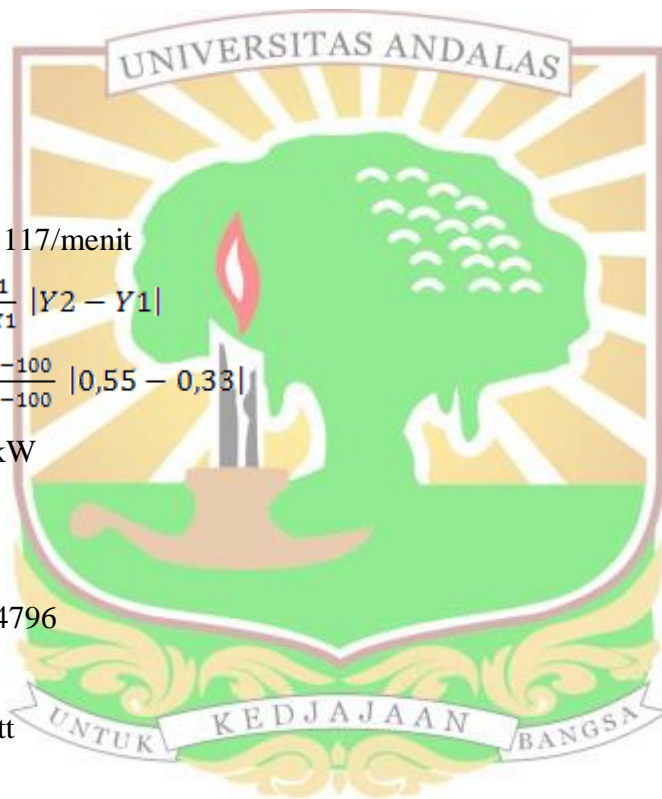
$$Y = 0,0,4796 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4796$$

$$P_o = 0,07194$$

$$P_o = 71,94 \text{ watt}$$



Lintasan 7

Denyut nadi = 116/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{116 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,4708 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4708$$

$$P_o = 0,0706$$

$$P_o = 70,6 \text{ watt}$$

Lintasan 8

Denyut nadi = 115/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{115 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,462 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,462$$

$$P_o = 0,0693$$

$$P_o = 69,3 \text{ watt}$$

Lintasan 9

Denyut nadi = 117/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{117 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

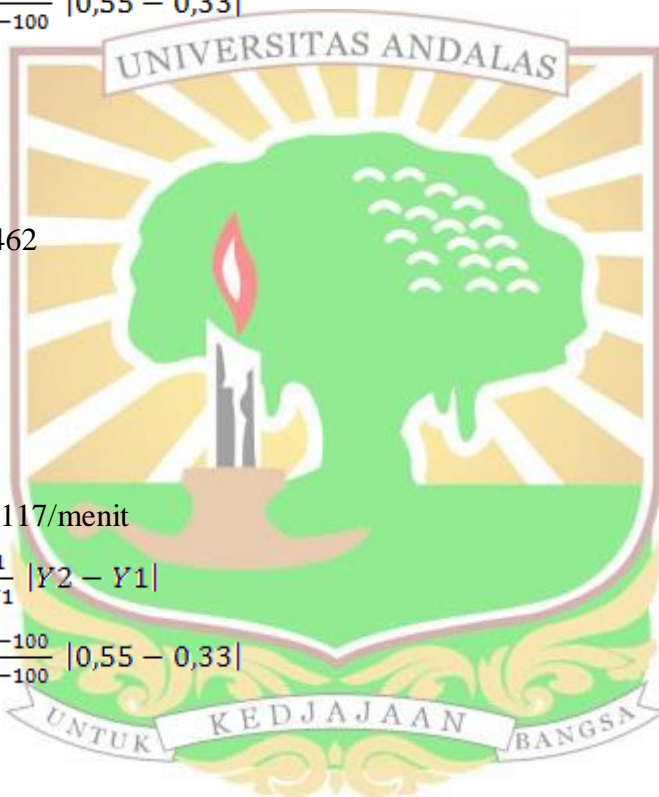
$$Y = 0,479 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,479$$

$$P_o = 0,0718$$

$$P_o = 71,8 \text{ watt}$$





Lintasan 10

Denyut nadi = 114/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{114 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,4532 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4532$$

$$P_o = 0,0679$$

$$P_o = 67,9 \text{ watt}$$

Lintasan 11

Denyut nadi = 119/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{119 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

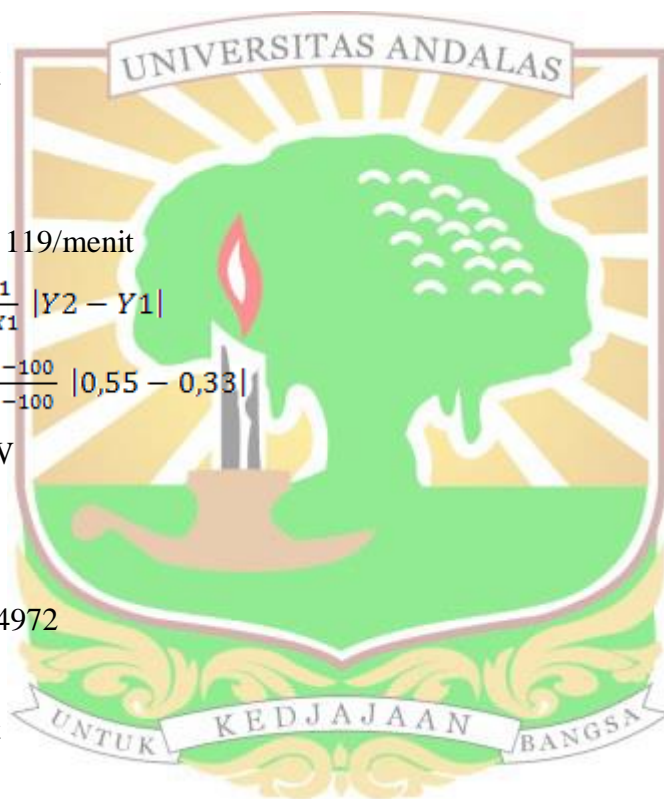
$$Y = 0,4972 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4972$$

$$P_o = 0,0745$$

$$P_o = 74,5 \text{ watt}$$



Lintasan 12

Denyut nadi = 119/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{116 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,4708 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4708$$

$$P_o = 0,0706$$

$$P_o = 70,6 \text{ watt}$$

Lintasan 13

Denyut nadi = 117/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{117 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,0,4796 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4796$$

$$P_o = 0,0719$$

$$P_o = 71,9 \text{ watt}$$

Lintasan 14

Denyut nadi = 115/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{115 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

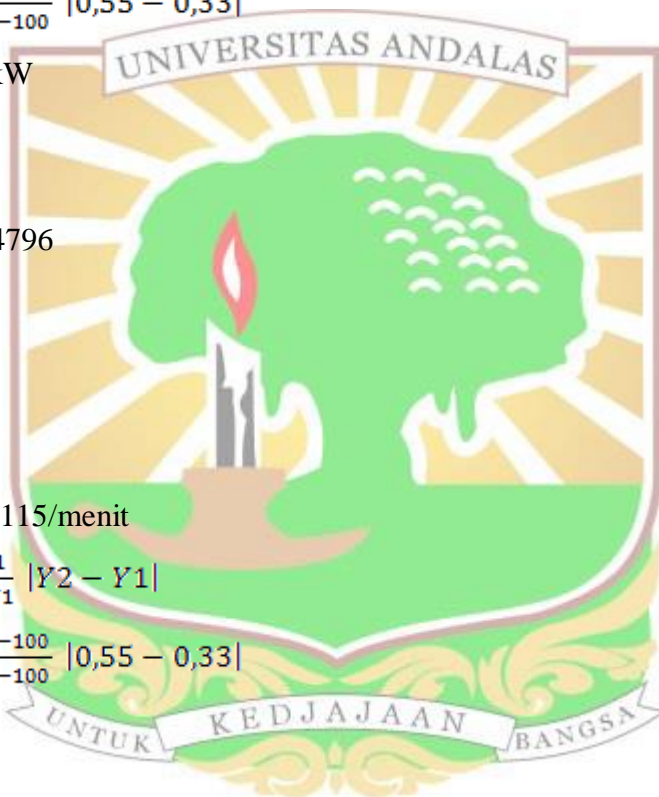
$$Y = 0,462 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,462$$

$$P_o = 0,0693$$

$$P_o = 69,3 \text{ watt}$$



Lintasan 15

Denyut nadi = 117/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{117 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,4796 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4796$$

$$P_o = 0,07194$$

$$P_o = 71,94 \text{ watt}$$

Lintasan 16

Denyut nadi = 118/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{118 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

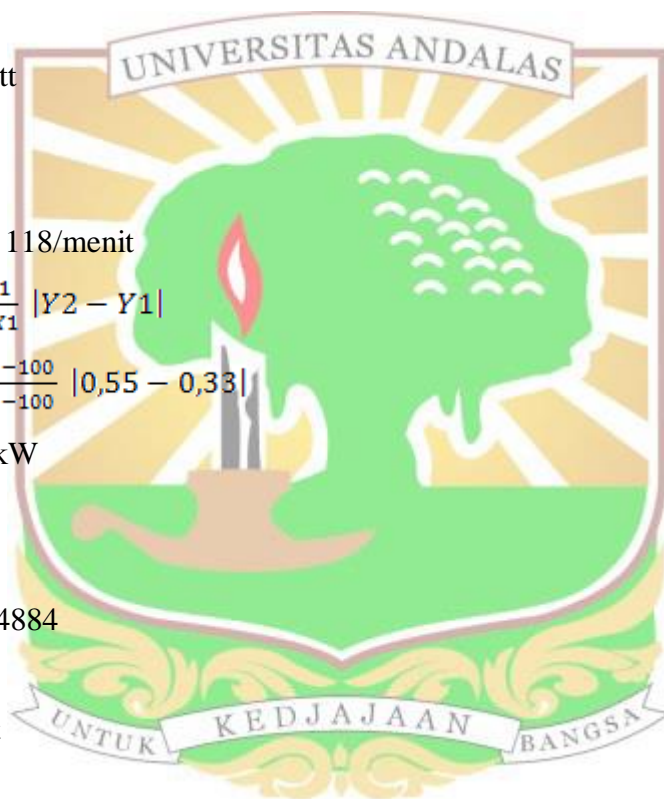
$$Y = 0,0,4884 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4884$$

$$P_o = 0,0732$$

$$P_o = 73,2 \text{ watt}$$



Lintasan 17

Denyut nadi = 114/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{114 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,4532 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4532$$

$$P_o = 0,06798$$

$$P_o = 67,98 \text{ watt}$$

Lintasan 18

Denyut nadi = 118/menit

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} |Y_2 - Y_1|$$

$$Y = 0,33 + \frac{118 - 100}{125 - 100} |0,55 - 0,33|$$

$$Y = 0,4884 \text{ kW}$$

$$P_o = 15\% \times Y$$

$$P_o = 0,15 \times 0,4884$$

$$P_o = 0,0732$$

$$P_o = 73,2 \text{ watt}$$



**Lampiran 5. Kapasitas Kerja Efektif / KKE**

Ulangan	Total Luas (ha)	Total Waktu (jam)	KKE (ha/jam)
1	0,00125	0,1	0,0125
2	0,00125	0,1	0,0125
3	0,00125	0,1	0,0125
4	0,00125	0,101	0,0124
5	0,00125	0,101	0,0124
6	0,00125	0,1	0,0125

Ulangan 1

$$\begin{aligned} \text{KKE} &= \frac{A}{T} \\ &= \frac{0,00125}{0,1} \text{ ha/jam} \\ &= 0,0125 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

Ulangan 2

$$\begin{aligned} \text{KKE} &= \frac{A}{T} \\ &= \frac{0,00125}{0,1} \text{ ha/jam} \\ &= 0,0125 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

Ulangan 3

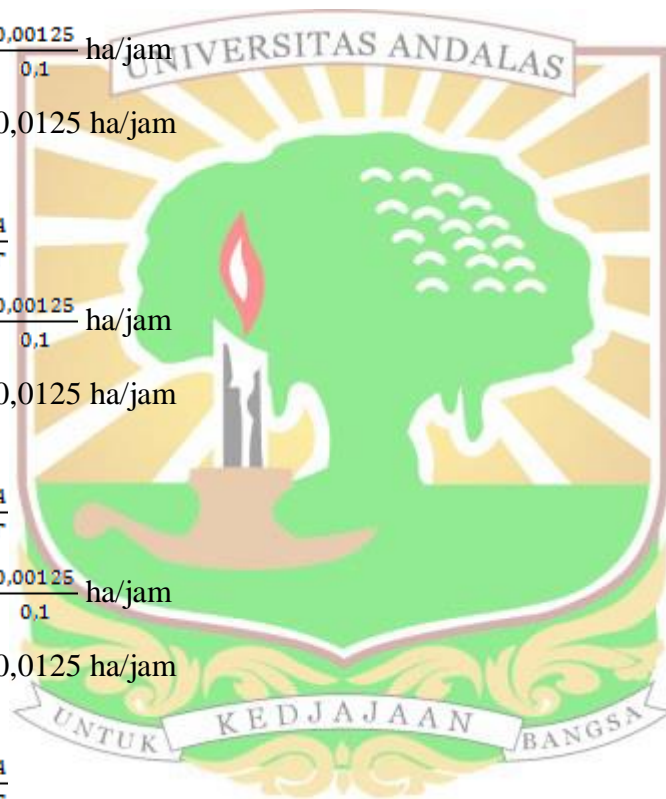
$$\begin{aligned} \text{KKE} &= \frac{A}{T} \\ &= \frac{0,00125}{0,1} \text{ ha/jam} \\ &= 0,0125 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

Ulangan 4

$$\begin{aligned} \text{KKE} &= \frac{A}{T} \\ &= \frac{0,00125}{0,101} \text{ ha/jam} \\ &= 0,0124 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

Ulangan 5

$$\begin{aligned} \text{KKE} &= \frac{A}{T} \\ &= \frac{0,00125}{0,101} \text{ ha/jam} \\ &= 0,0124 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$





Ulangan 6

$$\begin{aligned} \text{KKE} &= \frac{A}{T} \\ &= \frac{0,00125}{0,1} \text{ ha/jam} \\ &= 0,0125 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$



**Lampiran 6. Kapasitas Kerja Teoritis / KKT**

Ulangan	Kecepatan (m/s)	Lebar Jarak (m)	KKT (ha/jam)
1	0,0417	1	0,0150
2	0,0416	1	0,0150
3	0,0417	1	0,0150
4	0,0413	1	0,0149
5	0,0413	1	0,0149
6	0,0416	1	0,0150

## Ulangan 1

$$\begin{aligned} \text{KKT} &= 0,36 \times V \times L \\ &= 0,36 \times 0,0417 \text{ m/s} \times 1 \text{ m} \\ &= 0,0150 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

## Ulangan 2

$$\begin{aligned} \text{KKT} &= 0,36 \times V \times L \\ &= 0,36 \times 0,0416 \text{ m/s} \times 1 \text{ m} \\ &= 0,0150 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

## Ulangan 3

$$\begin{aligned} \text{KKT} &= 0,36 \times V \times L \\ &= 0,36 \times 0,0417 \text{ m/s} \times 1 \text{ m} \\ &= 0,0150 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

## Ulangan 4

$$\begin{aligned} \text{KKT} &= 0,36 \times V \times L \\ &= 0,36 \times 0,0413 \text{ m/s} \times 1 \text{ m} \\ &= 0,0149 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

## Ulangan 5

$$\begin{aligned} \text{KKT} &= 0,36 \times V \times L \\ &= 0,36 \times 0,0413 \text{ m/s} \times 1 \text{ m} \\ &= 0,0149 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

## Ulangan 6

$$\begin{aligned} \text{KKT} &= 0,36 \times V \times L \\ &= 0,36 \times 0,0416 \text{ m/s} \times 1 \text{ m} \\ &= 0,0150 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$



**Lampiran 7. Efisiensi**

Ulangan	KKE (ha/jam)	KKT (ha/jam)	Efisiensi (%)
1	0,0125	0,015	83,33
2	0,0124	0.015	83,22
3	0,0125	0.015	83,33
4	0,0124	0.0149	83,22
5	0,0124	0,0149	83,22
6	0,0124	0,015	82,66

## Ulangan 1

$$E = \frac{KKE}{KKT} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0125}{0,015} \times 100\%$$

$$= 83,33 \%$$

## Ulangan 2

$$E = \frac{KKE}{KKT} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0124}{0,015} \times 100\%$$

$$= 83,22 \%$$

## Ulangan 3

$$E = \frac{KKE}{KKT} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0125}{0,015} \times 100\%$$

$$= 83,33 \%$$

## Ulangan 4

$$E = \frac{KKE}{KKT} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0124}{0,0149} \times 100\%$$

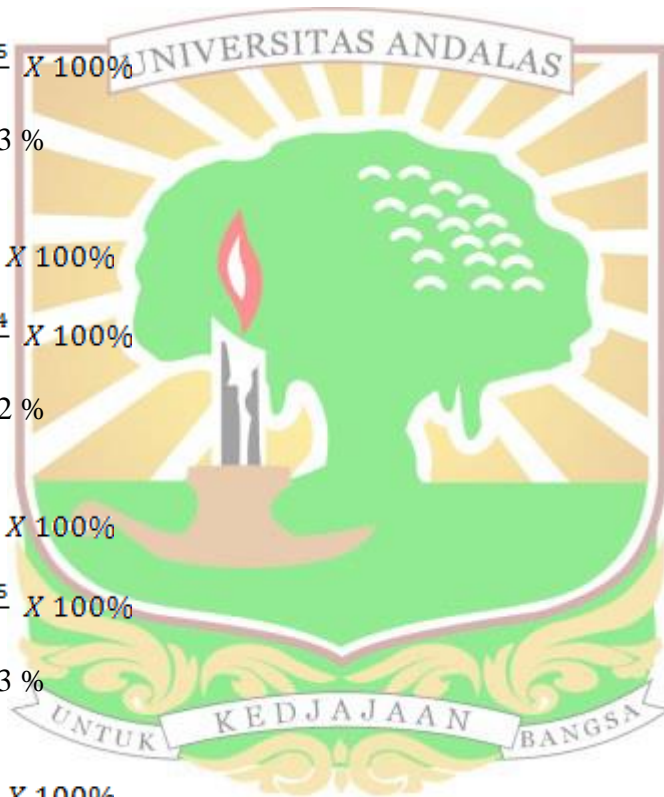
$$= 83,22 \%$$

## Ulangan 5

$$E = \frac{KKE}{KKT} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0124}{0,0149} \times 100\%$$

$$= 83,22 \%$$



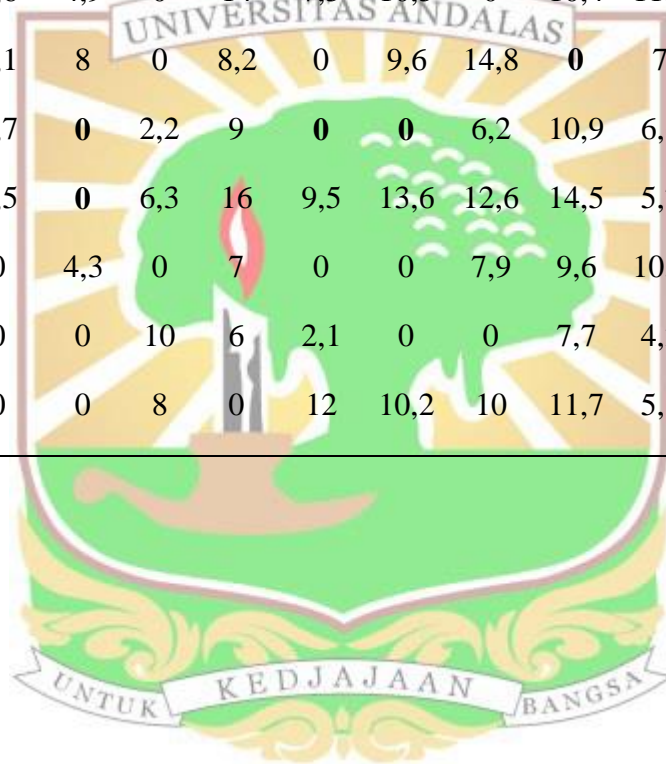
Ulangan 6

$$\begin{aligned} E &= \frac{KKE}{KKT} \times 100\% \\ &= \frac{0,0124}{0,015} \times 100\% \\ &= 82,66\% \end{aligned}$$



**Lampiran 8. Pengamatan Tanaman**

Lintasan	Lubang ke										Rata-Rata (cm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	5,3	8,2	13	12	5,5	5	11,7	7,4	7,2	0	14,09
2	12,5	11,6	7,7	10,3	13,6	6,1	5,8	10,5	0	6,7	14,13
3	8,2	7,7	5	13,2	13	12,5	6	0	4,9	0	15,18
4	12,4	9,2	10	0	0	0	0	10,7	0	10	14,96
5	0	13	0	5,3	6	0	0	5	10,2	0	13,84
6	5,6	4,9	0	14	7,5	10,5	0	10,4	11,3	7,6	13,99
7	2,1	8	0	8,2	0	9,6	14,8	0	7	12	14,75
8	9,7	0	2,2	9	0	0	6,2	10,9	6,6	0	14,79
9	9,5	0	6,3	16	9,5	13,6	12,6	14,5	5,7	5,3	14,68
10	0	4,3	0	7	0	0	7,9	9,6	10,2	0	13,58
11	0	0	10	6	2,1	0	0	7,7	4,2	0	14,46
12	0	0	8	0	12	10,2	10	11,7	5,8	9	14,22





**Lampiran 9. Diameter dan Tinggi Runtuhan Lubang**

Lintasan	Pengamatan (cm)	Lubang										Rata- Rata (cm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Diameter Lubang	11,3	11,7	11,6	10,9	11,3	11,5	12	12	10,7	12	11,5
	Runtuhan	0,6	2,2	1,9	1,1	2	0,8	1,5	1	1	0,9	1,35
2	Diameter Lubang	12,1	10,7	11,3	11,2	10,3	11,3	10,6	12,1	10,6	12,2	11,24
	Runtuhan	2,2	1,7	1,6	1,2	0,3	2,3	1,4	2,5	0,4	1,9	1,55
3	Diameter Lubang	12	10,3	11,9	11	10,5	11	11	14	12,3	12,5	11,65
	Runtuhan	3,5	0,4	1,3	0,8	0,7	1	1	2	2,4	0,6	1,37
4	Diameter Lubang	11	10,6	10,3	11,2	10,3	10,8	12,6	10,4	10,9	13,4	11,5
	Runtuhan	2,2	1,7	1,9	3	1,2	1,1	2,8	2,2	1,4	2,5	2
5	Diameter Lubang	12,4	11,3	13	11,2	12	12,3	10,9	11	10,3	12,2	11,6
	Runtuhan	3,1	1,5	2,4	2,4	1,6	3,7	1,1	2,1	1,6	2,5	2,2
6	Diameter Lubang	11,1	11,7	10,7	11,4	10,9	13	10,9	11,1	10,5	12,5	11,38
	Runtuhan	1,1	1,1	2,3	1,4	1,3	2,1	1,4	2,1	2,4	2,7	1,79
7	Diameter Lubang	11	12,2	11,7	11,2	10,8	12	11,7	11,8	10,7	11	11,41
	Runtuhan	2,2	1,3	2,1	1,9	2	1	2,1	1,9	1,7	2,1	1,83
8	Diameter Lubang	10,9	11	11,1	12,7	12,8	10,7	10,9	10,6	11,3	11,8	11,38
	Runtuhan	1,1	1	2,1	1,8	2,3	0,9	1,5	2,1	0,8	1,5	1,51
9	Diameter Lubang	11	10,8	11,2	11,5	11,7	12,2	11	12,3	12,1	11,9	11,57
	Runtuhan	1,1	0,9	1,3	1,6	0,8	1,7	2	2,1	1,8	2,3	1,56

**Lampiran 9. Lanjutan**

Lintasan	Pengamatan	Lubang										Rata-Rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	Diameter Lubang	24,3	23,7	22,6	24	23,8	26,4	23,8	28,2	29,1	24,2	25,1
	Runtuhan	0,6	0,9	1,5	0,5	1,2	1,5	1,4	1,3	2,1	2,3	1,33
11	Diameter Lubang	27,2	26,2	25,2	25,7	28,2	23,1	22,5	21,8	25,2	25,5	25,5
	Runtuhan	1,2	0,9	1,6	1,4	2,2	0,9	2,3	2,1	2	1,4	1,6
12	Diameter Lubang	22,4	27	24,2	24,7	28,1	23,7	26,2	26,8	25,2	24,1	25,23
	Runtuhan	1,3	0,7	0,8	2,1	2,3	1,8	1,9	2	1	0,9	1,48
13	Diameter Lubang	25,2	22	24,6	26,1	22,5	21,8	23	26,4	23,1	27,1	24,18
	Runtuhan	1,2	1	0,9	2,1	1,5	1,2	2	1,8	2,2	2,5	1,64
14	Diameter Lubang	22,6	23	25,2	25,6	21,9	24,2	23,1	24	26,2	21,7	23,75
	Runtuhan	0,7	2,2	2,1	2,3	1,7	2,1	1	2,3	1,1	1,7	1,72
15	Diameter Lubang	24,2	21,6	22,4	25,2	26,4	24	21	21,6	21,4	21,5	22,93
	Runtuhan	1,9	1,4	2,5	2,3	1,9	2,9	1,5	1	1,2	1,9	1,85
16	Diameter Lubang	22	25,2	24,3	22,2	27,2	25,1	22	25	24	22,6	23,96
	Runtuhan	1	1,7	2,6	2	1,8	1,1	1,1	2	2,7	2,8	1,88
17	Diameter Lubang	21,9	22,6	27,2	28,1	25	23	23,7	24,5	26,1	23,4	24,55
	Runtuhan	2,1	2,4	2	1,8	1,1	1	1,4	1,5	2,6	2,4	1,83
18	Diameter Lubang	26,3	25	25,8	23,2	21,8	22,9	23,4	26,1	27	21,1	24,26
	Runtuhan	1,3	2,3	2,4	1	1,7	1,9	2,8	2,5	2,1	2,7	2,07

## Lampiran 10. Analisis Ekonomi Biaya Tetap

Diketahui :

$$P = \text{Rp. } 250.000$$

$$i = 3,5 \%$$

$$N = 5 \text{ Tahun}$$

$$S = 10\% \times \text{Rp. } 250.000 \\ = \text{Rp. } 25.000$$

$$D = \frac{P-S}{N}$$

$$D = \frac{\text{Rp. } 250.000 - \text{Rp. } 25.000}{5 \text{ tahun}}$$

$$D = \text{Rp. } 45.000/\text{tahun}$$

$$I = i \frac{P+S}{2}$$

$$I = 3,5\% \frac{\text{Rp. } 250.000 + 25.000}{2}$$

$$I = \text{Rp. } 4.812,5$$

$$BT = D + I$$

$$= \text{Rp. } 45.000/\text{tahun} + \text{Rp. } 4.812,5/\text{tahun}$$

$$= \text{Rp. } 49.812,5 / \text{tahun}$$

### • Biaya Tidak Tetap

Diketahui:

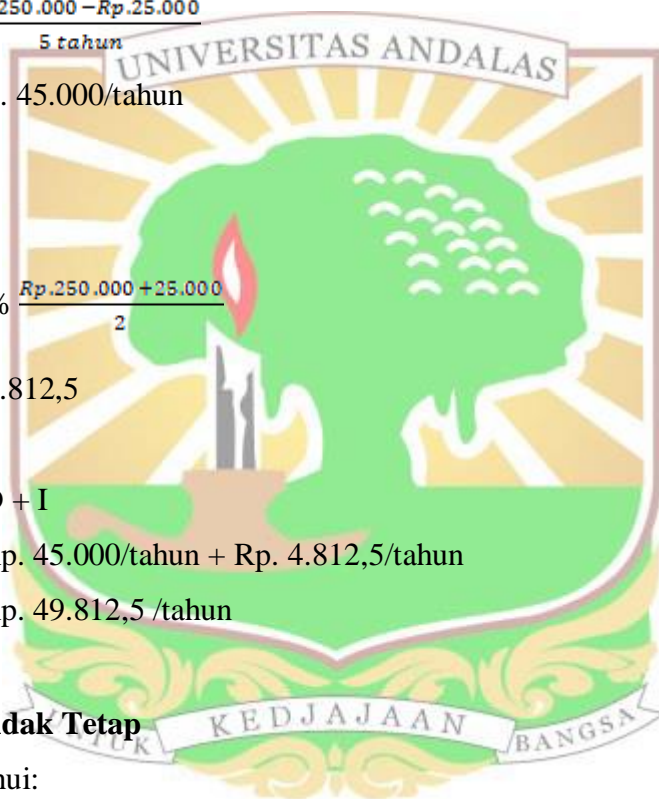
$$W_{op} = \text{Rp. } 50.000$$

$$W_t = \text{Rp. } 7 \text{ jam}$$

$$B_o = \frac{W_{op}}{W_t}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 50.000}{7 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. } 7.142/\text{jam}$$



$$\begin{aligned}
 PP &= 2\% \frac{P-S}{100 \text{ jam}} \\
 &= 2\% \frac{\text{Rp.250.000} - \text{Rp.25.000}}{100 / \text{jam}} \\
 &= \text{Rp.45/jam} \\
 BTT &= BO + PP \\
 &= \text{Rp.7.142/jam} + \text{Rp. 45/jam} \\
 &= \text{Rp. 7.187/jam}
 \end{aligned}$$

- **Biaya Pokok**

Diketahui :

$$n = 2.555 \text{ jam}$$

$$Kp = 300 \text{ lubang/jam}$$

$$\begin{aligned}
 Bp &= \frac{\left(\frac{BT}{n}\right) + BTT}{Kp} \\
 &= \frac{\left(\frac{49.812,5/\text{tahun}}{2.555}\right) + 7.187/\text{tahun}}{300 \text{ Lubang/jam}} \\
 &= \text{Rp. 24,02/lubang.}
 \end{aligned}$$



### Lampiran 11. Pengujian Uji T SPSS

T-TEST PAIRS=Cangkul WITH Alat (PAIRED)  
/CRITERIA=CI(.9500)  
/MISSING=ANALYSIS.

#### T-Test

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Cangkul	2455.5714	7	3617.29783	1367.21007
	Alat	1425.0000	7	2515.47100	950.75867







Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Cangkul & Alat	7	.601	.153



Paired Samples Test							t	df	Sig. (2-tailed)
		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower		Upper			
Pair 1	Cangkul - Alat	1030.57143	2910.14873	1099.93283	-1660.86725	3722.01011	.937	6	.385



## Lampiran 12. Dokumentasi Penelitian

	
<p>Lubang tanam yang terbentuk dengan alat</p>	<p>Lubang tanam yang terbentuk dengan cangkul</p>
	
<p>Bibit tanaman kentang</p>	<p>Pengukuran lahan untuk menanam kentang</p>
	
<p>Lintasan lubang tanaman kentang dengan alat</p>	<p>Lintasan lubang tanaman kentang dengan cangkul</p>





Tinggi lubang tanaman kentang dengan alat



Tinggi lubang tanaman kentang dengan cangkul



Lintasan tanaman kentang dengan alat



Lintasan tanaman kentang dengan cangkul



Tinggi tanaman kentang dengan alat



Tinggi tanaman kentang dengan cangkul

