

**RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN IMPLEMEN KEPRAS  
TEBU (*Saccharum Officinarum L.*) TIPE ROTARI DENGAN  
MENGUNAKAN TRAKTOR TANGAN**

**SKRIPSI**

Oleh

**RAHMAD ABDULLAH**

**NIM 175100201111006**



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2021**



**RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN IMPLEMEN KEPRAS  
TEBU (*Saccharum Officinarum L.*) TIPE ROTARI DENGAN  
MENGUNAKAN TRAKTOR TANGAN**

**SKRIPSI PENELITIAN**

Oleh

**RAHMAD ABDULLAH**

**NIM 175100201111006**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar**

**Sarjana Teknik**



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2021**



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun dan Pengujian  
Implemen Kepras Tebu (*Saccharum  
Officinarum L.*) Tipe Rotari dengan  
Menggunakan Traktor Tangan

Nama Mahasiswa : Rahmad Abdullah  
NIM : 175100201111006  
Program Studi : Teknik Pertanian dan Biosistem  
Jurusan : Keteknikan Pertanian  
Fakultas : Teknologi Pertanian

Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
Dr. Ir. Gunomo Djoyowasito, MS Dr. Ary Mustika Ahmad, MP

NIP. 19550212 198103 1 004

NIP. 196003 198601 1 001

Tanggal Persetujuan: 18/08/2021

Tanggal Persetujuan: 19/08/2021





## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun dan Pengujian  
Implementasi Keprasan Tebu (*Saccharum  
Officinatum* L.) Tipe Rotari dengan  
Menggunakan Traktor Tangan

Nama Mahasiswa : Rahmad Abdullah  
NIM : 175100201111006  
Program Studi : Teknik Pertanian dan Biosistem  
Jurusan : Keteknikan Pertanian  
Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Gunomo Djoyowasito, MS

NIP. 19550212 198103 1 004

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Mustofa Ahmad, MP

NIP. 19600300 198601 1 001

Dosen Penguji I



Dr. Ir. Mustofa Lutfi, MP

NIP. 19691113 199802 1 002

Ketua Jurusan



Dr. Eng. Akhmad Adi Sulianto,

STP, M. Eng

NIP. 19790501 200501 1 001

Tanggal Persetujuan: 07/09/2021



## RIWAYAT HIDUP



**Rahmad Abdullah**, Lahir di Kediri, Jawa Timur pada tanggal 18 Maret 2000. Merupakan anak terakhir dari Bapak Wagino dan Ibu Wiwik Endang. Mempunyai kakak perempuan bernama Nurwanti Janati dan kakak laki-laki bernama Arif Mustakim.

Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SDN Kwaron, Papar, Kediri pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan ke jenjang Pendidikan Madrasah Tsanawiyah (MTs) di MTsS Arrahmah, Purwotengah, Papar, Kediri lulus pada tahun 2015. Pendidikan Madrasah Aliyah (MA) di MAN Purwoasri, Kediri mengambil jurusan MIA dengan program akselerasi SKS selama 4 semester dan lulus tahun 2017. Melanjutkan ke jenjang Perguruan Tinggi melalui jalur SNMPTN di Universitas Brawijaya Malang, Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Keteknikan Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem.

Selama perkuliahan, penulis aktif di beberapa kegiatan kampus baik akademik maupun non akademik. Pada bidang akademik, penulis pernah menjadi asisten praktikum daya dalam bidang pertanian selama 2 kali dan asisten responsi statistika. Penulis juga telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mahasiswa Berprestasi FTP pada tahun 2020 di Desa Pagerwojo, Kesamben, Blitar.



Bidang non akademik penulis aktif di beberapa organisasi baik intra maupun ekstra kampus. Organisasi intra kampus seperti HIMATETA UB dan UKM Seni FTP. Penulis pernah menjabat sebagai Duta FTP pada tahun 2018-2019, pernah menjabat sebagai Sekretaris Jendral Pengembangan Bisnis HIMATETA UB pada tahun 2019-2020. Selain itu, penulis juga aktif di beberapa kepanitiaan kampus, pernah menjabat sebagai Koordinator Pendamping OPJ TEP 2018; Koordinator Humas, Dekorasi, Dokumentasi dan Multimedia (HDDM) Pengmas HSD 2018; Ketua Pelaksana Pengmas HSD 2019. Organisasi ekstra kampus, penulis aktif di Pimpinan Komisariat Perguruan Tinggi (PKPT) IPNU Universitas Brawijaya dan pernah menjabat sebagai Bendahara IPNU tahun 2019-2020.





**Alhamdulillahirobbil'aalamiin**

**Allahumma Sholli 'Alaa Sayyidinaa Muhammad**

**Wa'ala Ali Sayyidinaa Muhammad**

Dengan Rahmat Allah SWT, karya ini bisa terwujud

Karya ini saya persembahkan kepada...

Kedua Orang Tua

yang selalu bekerja keras untuk kehidupan anak-anaknya  
baik itu di masa lalu, masa sekarang maupun masa depan.

Keluarga Tercinta

(Mbakyu Nurwanti Janati, Kangmas Arif Mustakim,

Istri dan anak keturunanku nanti)

Seluruh Petani Indonesia

**Bravo Pertanian Indonesia**

Semoga berkah dan membawa kemaslahatan semua pihak

**"Sebaik-baik skripsi adalah skripsi yang selesai"**

**-RAHMAD ABDULLAH-**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmad Abdullah  
NIM : 175100201111006  
Jurusan : Keteknikan Pertanian  
Program Studi : Teknik Pertanian dan Biosistem  
Fakultas : Teknologi Pertanian  
Judul TA : Rancang Bangun dan Pengujian  
Implemen Kepras Tebu (*Saccharum  
Officinarum* L.) Tipe Rotari dengan  
Menggunakan Traktor Tangan

Menyatakan bahwa TA dengan judul diatas merupakan karya asli penulis. Apabila dikemudian hari terbukti tidak benar, saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 27 Agustus 2021

Pembuat pernyataan,



Rahmad Abdullah

NIM..175100201111006





**Rahmad Abdullah. 175100201111006. Rancang Bangun dan Pengujian Implemen Kepras Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Tipe Rotari dengan Menggunakan Traktor Tangan. Skripsi. Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Gunomo Djoyowasito, MS dan Dr. Ir. Ary Mustofa Ahmad, MP**

---

## RINGKASAN

Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) adalah tanaman jenis rumput - rumputan yang ditanam untuk bahan baku gula dan vetsin. Umur tanaman tebu sejak ditanam hingga dipanen kurang lebih 1 tahun. Setelah dipanen, tebu memiliki kemampuan untuk memproduksi tunas-tunas baru yang dihasilkan dari tunggul dalam tanah. Menurut Oktavia (2015), menyebutkan bahwa tanaman tebu dapat tumbuh di lahan basah maupun kering. Tanah yang tidak terlalu kering dan basah adalah kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tebu. Oleh karena itu irigasi dan drainase harus diperhatikan. Tebu dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 0 - 1400 mdpl dengan berbagai macam tanah seperti alluvial, grumusol, latosol, dan regusol. Tebu paling ideal berada pada ketinggian <500 mdpl. Dalam penelitian yang dilakukan Gantina (2011), budidaya tanaman tebu terbagi menjadi beberapa kegiatan, salah satunya adalah proses penanaman. Ada dua cara dalam penanaman tebu yaitu dengan cara bongkar *ratoon* maupun dengan cara kepras.

Pengeprasan tebu adalah kegiatan pemotongan sisa-sisa tebangannya yang masih tinggi dengan tujuan untuk memacu tumbuhnya tunas kepras dari dongkelan dibagian bawah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang, membuat dan menguji implemen kepras tebu tiper rotari dengan menggunakan traktor tangan. Terdapat dua tahap pada penelitian ini yaitu tahap perancangan & pembuatan implemen, dan tahap pengujian



implemen. Dalam tahap perancangan dan pembuatan, mulai dari pemilihan bentuk, perhitungan dimensi, dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan implemen. Tahap kedua adalah pengujian implemen kepras tebu tipe rotari. Pada tahap ini akan diuji kecepatan maju pengepresan, kecepatan putar pemotongan, dan pengamatan hasil kepras dengan melakukan: a) pengukuran jumlah persentase tunggul yang utuh, tunggul yang pecah dan tunggul yang terbongkar b) pengamatan jumlah tunas yang tumbuh, setelah 2 minggu pengepresan.

Implemen kepras tebu ini bekerja pada kedalaman pengepresan berkisar antara 2,64 – 11,8 cm dengan rata-rata 6,5 cm. Kecepatan putar pisau pemotong yang digunakan untuk melakukan pengepresan sebesar kisaran 300 rpm. Bentuk guludan yang dihasilkan dari pengepresan menggunakan implemen kepras memiliki bentuk kepras rata. Pengepresan menggunakan implemen kepras menghasilkan tunggul tebu yang pecah lebih banyak daripada tunggul yang utuh. Rata-rata hasil kepras tunggul yang utuh sebesar 42,3%, tunggul yang pecah 47,3% dan tunggul yang terbongkar sebesar 10,4%. Pengamatan tunas yang tumbuh pada guludan yang menggunakan implemen kepras lebih banyak dibandingkan dengan guludan yang menggunakan cangkul. Tunas yang tumbuh pada guludan 1, 2, dan 3 yang menggunakan implemen kepras sebanyak 259, 236, dan 252 dengan rata-rata 249. Sedangkan pada guludan 4 yang menggunakan cangkul sebanyak 191 tunas.

**Kata Kunci:** Kepras Tebu, Rotari, Traktor Tangan

**Rahmad Abdullah. 175100201111006. Design and Testing Sugarcane (*Saccharum Officinarum L.*) Stubble Shaver Implement Rotary Type by Using a Hand Tractor. Research Paper. Supervisor: Dr. Ir. Gunomo Djoyowasito, MS and Dr. Ir. Ary Mustofa Ahmad, MP**

---

## SUMMARY

Sugarcane (*Saccharum Officinarum L.*) is a type of grass plant that is grown as a raw material for sugar and monosodium glutamate. The age of the sugarcane plant from planting to harvest is approximately 1 year. Once harvested, sugarcane has the ability to produce new shoots that are produced from stumps in the soil. According to Oktavia (2015), sugarcane can be grown in both wet and dry land. Soil that is not too dry and wet is a good soil condition for sugarcane growth. Therefore irrigation and drainage must be considered. Sugarcane can grow well at an altitude of 0-1400 masl with various types of soil such as alluvial, grumusol, latosol, and regusol. The most ideal sugarcane is at an altitude of <500 masl. In a study conducted by by Gantina (2011), sugarcane cultivation is divided into several activities, one of which is the planting process. There are two ways to plant sugarcane, namely by dismantling the ratoon and stubble shaving.

Sugarcane stubble shaving is an activity of cutting the remnants of tall cuttings with the aim of promoting the growth of shoots that are stubble shaver from the lower stump. The purpose of this research is to design, manufacture and test a sugarcane stubble shaver implement rotary type by using a hand tractor. There are two stages in this research, namely the design & manufacture stage, and the implement testing stage. At the design and manufacture stage, starting from the selection of





shapes, calculation of dimensions, and materials that will be used for the manufacture of tools. The second stage is testing sugarcane stubble shaver implement rotary type. At this stage, testing the speed of stubble shaving forward motion, cutting rotational speed, and observing stubble shaving results by doing: a) measurement of the percentage of intact stubble, broken stubble, and exposed stubble; b) observation of the number of shoots that grow, after 2 weeks of stubble shaving.

This stubble shaver implement works at stubble shaving depths ranging from 2,64 – 11,8 cm with an average of 6,5 cm. The rotation speed of the blades used for stubble shaving is in the range of 300 rpm. The shape of the mound from stubble shaving using a stubble shaver implement has a flat scour shape. Stubble shaving with a stubble shaver implement resulted in more broken sugarcane stubbles than whole stubbles. The average yield of intact stubble was 42.3%, broken stubble was 47.3%, and exposed stubble was 10.4%. Observations of shoots growing on the bunds with the stubble shaver implement were more than in the bunds using the hoe. Shoots growing on bunds 1, 2, and 3 using stubble shaver implement as many as 259, 236, and 252 with an average of 249. While in bunds 4 using a hoe as many as 191 shoots.

**Keywords:** Stubble Shaver, Rotary, Hand Tractor



## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berupa skripsi penelitian dengan judul **“Rancang Bangun dan Pengujian Implemen Keprasan Tebu (*Saccharum Officinarum L.*) Tipe Rotari dengan Menggunakan Traktor Tangan”** sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Tugas Akhir (TA) merupakan salah satu syarat mahasiswa menempuh S1 di Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya-Malang. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Gunomo Djoyowasito, MS. dan Bapak Dr. Ir. Ary Mustofa Ahmad, MP. Selaku Dosen Pembimbing Pertama dan Kedua yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan, nasihat dan ilmu yang bermanfaat
2. Bapak Dr. Ir. Mustofa Lutfi, MP. Selaku Dosen Penguji yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan, nasihat dan ilmu yang bermanfaat
3. Ibu Wiwik Endang dan Bapak Wagino yang telah memberikan banyak dukungan selama penyusunan Tugas Akhir
4. Sahabat-sahabat PDCI seperjuangan, khususnya yang kuliah di Kota Malang: Fatm, Lucky, Irsyad, Arum, Fitri, dan Fau



5. Teman-teman Teknik Pertanian dan Biosistem 2017 (AE Pitulas) seperjuangan yang selalu mendukung selama perkuliahan
6. Moh. Efendi sebagai sahabat, pendengar, penasehat terbaik
7. Rekan dan Rekanita PKPT IPNU IPPNU Universitas Brawijaya dan PC IPNU IPPNU Kota Malang “*Belajar, Berjuang, Bertakwa*” yang menjadikan penulis berkembang selama menempuh pendidikan S1
8. Bung dan Zus DPK GMNI Teknologi Pertanian UB yang menjadikan penulis berkembang selama menempuh Pendidikan S1
9. Efendi, Ira, Udin, Fatma, Muhson, Virgi dan Virgo yang telah membantu penelitian

Menyadari adanya keterbatasan pengetahuan referensi dan pengalaman, penulis mengharapkan saran demi kebaikan Tugas Akhir ini dengan harapan dapat memberikan manfaat untuk berbagai pihak.

Malang, 27 Agustus 2021

Penulis





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xxi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	<b>1</b>
1.2 Rumusan Masalah.....	<b>3</b>
1.3 Tujuan.....	<b>3</b>
1.4 Manfaat.....	<b>4</b>
1.5 Batasan Masalah.....	<b>4</b>
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tebu ( <i>Saccharum Officinarum L.</i> ).....	<b>5</b>
2.2 Tebu Keprasan.....	<b>8</b>
2.3 Alat Kepras Tebu.....	<b>11</b>
2.4 Traktor Tangan.....	<b>13</b>



<b>2.5 Elemen Implemen .....</b>	<b>15</b>
2.5.1 <i>Gearbox</i> .....	15
2.5.2 Poros.....	16
2.5.3 <i>Pillow Block Bearing</i> .....	16
2.5.4 <i>Pulley</i> .....	18
2.5.5 <i>V-Belt</i> .....	19
<b>BAB III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>21</b>
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	21
3.2 Alat dan Bahan .....	21
3.3 Desain Rancangan .....	22
3.3.1 Desain Fungsional.....	23
3.3.1 Desain Struktural .....	25
3.4 Dimensi dan Ukuran .....	26
3.4.1 Pisau Pemotong .....	26
3.4.2 <i>Pulley</i> dan <i>V-Belt</i> .....	27
3.5 Prinsip Kerja Implemen.....	27
3.5.1 Gaya Pemotongan.....	28
3.5.2 Torsi Pemotongan .....	31
3.6 Diagram Alir dan Cara Kerja .....	33
3.7 Metode .....	35
3.8 Pengujian Implemen.....	37
3.8.1 Pengukuran Guludan ( <i>Relief Tanah</i> ).....	37
3.8.2 Kecepatan Maju Pengeprasan.....	37
3.8.3 Kecepatan Putar Pemotongan.....	38
3.8.4 Pengamatan Hasil Keprasan .....	38



**BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....39**

4.1 Deskripsi Implemen Kepras Tebu Tipe Rotari .....39

4.2 Pembuatan Implemen Kepras Tebu Tipe Rotari.....40

4.2.1 Kerangka Implemen .....40

4.2.2 *Gearbox*.....41

4.2.3 *Pulley*.....42

4.2.4 Poros .....43

4.2.5 *Pillow Block Bearing*.....44

4.2.6 Pisau Pemotong.....44

4.3 Pengujian Implemen .....45

4.3.1 Pengukuran Guludan Sebelum Pengepresan .....45

4.3.2 Pengepresan .....48

4.3.3 Pengukuran Kecepatan Putar Pemotongan .....49

4.3.4 Pengukuran Kecepatan Maju Pengepresan .....52

4.3.5 Perhitungan Daya .....54

4.3.4 Pengukuran Guludan Setelah Pengepresan .....56

4.3 Pengamatan Hasil Kepras.....61

**BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....65**

5.1 Kesimpulan .....65

5.2 Saran .....66

**DAFTAR PUSTAKA.....67**

**LAMPIRAN.....71**





## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Spesifikasi Implemen Kepras Tebu Tipe Rotari .....	<b>40</b>
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Pengukuran Kecepatan Putar .....	<b>50</b>
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengukuran Kecepatan Putar Pemotongan ....	<b>51</b>
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Pengujian Kecepatan Maju Pengeprasan .....	<b>53</b>
<b>Tabel 4.5</b> Kedalaman Hasil Pengeprasan .....	<b>60</b>
<b>Tabel 4.6</b> Tunggul Hasil Keprasn .....	<b>62</b>
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Pengamatan Tunas yang Tumbuh .....	<b>64</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Tunggul Tebu .....	<b>7</b>
<b>Gambar 2.2</b> Tanaman Tebu .....	<b>7</b>
<b>Gambar 2.3</b> Keprasan Bentuk Rata.....	<b>10</b>
<b>Gambar 2.4</b> Keprasan Bentuk W.....	<b>10</b>
<b>Gambar 2.5</b> Keprasan Bentuk U.....	<b>10</b>
<b>Gambar 2.6</b> Tebu Keprasan Manual.....	<b>11</b>
<b>Gambar 2.7</b> Alat Kepras Tebu Traktor Tangan.....	<b>12</b>
<b>Gambar 2.8</b> Alat Kepras Tebu Mekanis atau <i>Stubble Shaver</i> ..	<b>13</b>
<b>Gambar 2.9</b> Alat Kepras Tebu Tipe Piringan Bercoak .....	<b>13</b>
<b>Gambar 2.10</b> Traktor Tangan .....	<b>15</b>
<b>Gambar 2.11</b> Sistem Transmisi Pada Sabuk dan <i>Pulley</i> .....	<b>18</b>
<b>Gambar 2.12</b> Penampang <i>V-belt</i> .....	<b>19</b>
<b>Gambar 3.1</b> Desain Implemen Kepras Tebu Tipe Rotari .....	<b>26</b>
<b>Gambar 3.2</b> Dudukan Mata Pisau Beserta Pisau Pemotong ...	<b>27</b>
<b>Gambar 3.3</b> Bentangan Elemen Mata Pisau.....	<b>29</b>
<b>Gambar 3.4</b> Gaya - Gaya Potong .....	<b>33</b>
<b>Gambar 3.5</b> Diagram Alir Cara Kerja Implemen .....	<b>35</b>
<b>Gambar 3.6</b> Diagram Alir Proses Penelitian .....	<b>36</b>
<b>Gambar 4.1</b> Implemen Kepras Tebu Tipe Rotari .....	<b>39</b>
<b>Gambar 4.2</b> Kerangka Implemen.....	<b>41</b>
<b>Gambar 4.3</b> <i>Gearbox</i> .....	<b>42</b>
<b>Gambar 4.4</b> <i>Pulley</i> .....	<b>42</b>
<b>Gambar 4.5</b> Poros .....	<b>43</b>
<b>Gambar 4.6</b> <i>Pillow Block Bearing</i> .....	<b>44</b>



<b>Gambar 4.7</b> Pisau Pemotong.....	<b>45</b>
<b>Gambar 4.8</b> Pengukuran Guludan.....	<b>46</b>
<b>Gambar 4.9</b> Hasil Pengukuran Guludan Sebelum Pengeprasan .....	<b>47</b>
<b>Gambar 4.10</b> Pengukuran Kecepatan Putar Pemotongan.....	<b>51</b>
<b>Gambar 4.11</b> Pengukuran Panjang Guludan.....	<b>53</b>
<b>Gambar 4.12</b> Hasil Pengukuran Guludan Setelah Pengeprasan .....	<b>57</b>
<b>Gambar 4.13</b> Perbandingan Guludan Sebelum dan Sesudah Pengeprasan .....	<b>59</b>
<b>Gambar 4.14</b> Penampakan Guludan Setelah Pengeprasan ....	<b>62</b>
<b>Gambar 4.15</b> Tunggul Hasil Pengeprasan .....	<b>63</b>
<b>Gambar 4.16</b> Tunas Tebu Setelah Dua Minggu Pengeprasan	<b>64</b>





## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Desain Implemen Keprasa Tebu Tipe Rotari.....	<b>71</b>
<b>Lampiran 2</b>	Dokumentasi Pembuatan Implemen.....	<b>75</b>
<b>Lampiran 3</b>	Dokumentasi Pengujian Implemen.....	<b>77</b>
<b>Lampiran 4</b>	Hasil Pengukuran Guludan Sebelum Pengeprasa	<b>79</b>
<b>Lampiran 5</b>	Hasil Pengukuran Guludan Setelah Pengeprasan	<b>81</b>





## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang beriklim tropis. Berbagai jenis tanaman dapat tumbuh dengan baik, salah satunya adalah tebu (*Saccharum Officinarum L*). Tebu adalah tanaman jenis rumput - rumputan yang ditanam untuk bahan baku gula dan vetsin. Umur tanaman tebu sejak ditanam hingga dipanen kurang lebih 1 tahun. Setelah dipanen, tebu memiliki kemampuan untuk memproduksi tunas-tunas baru yang dihasilkan dari tunggul dalam tanah.

Gula adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Jumlah penduduk yang semakin bertambah dan berkembangnya industri makanan atau minuman yang memerlukan gula, maka kebutuhan gula meningkat tiap tahunnya. Hal tersebut tidak diimbangi dengan peningkatan produksi gula dalam negeri. Rendahnya produksi gula di Indonesia disebabkan oleh lahan yang semakin sempit, cuaca yang terkadang kurang mendukung, menurunnya kemampuan pabrik mengolah gula, sarana produksi kurang dan teknik budidaya kurang sehingga dihasilkan tebu dengan rendemen rendah (Haryanti, 2008).

Budidaya tanaman tebu terbagi menjadi beberapa kegiatan, salah satunya adalah proses penanaman. Ada dua cara dalam penanaman tebu yaitu dengan cara bongkar *ratoon* maupun dengan cara kepras. Pengeprasan tebu adalah kegiatan





pemotongan sisa-sisa tebangannya yang masih tinggi dengan tujuan untuk memacu tumbuhnya tunas keprasan dari dongkelan dibagian bawah (Gantina, 2011).

Pengeprasan dilakukan dengan tujuan agar tunggul tebu terpotong dan tumbuh tunas baru dibawah tanah, sehingga tunas baru dapat tumbuh dengan baik dari memanfaatkan kelembapan tanah. Pengeprasan yang baik seharusnya menghasilkan tunggul tebu yang tidak pecah, sistem perakaran tebu yang tidak tercabut dari tanah, dan memiliki kedalaman potong yang seragam. Menurut Gantina (2011), Salah satu yang menjadi faktor tumbuhnya tunas dengan baik yaitu kondisi tebu hasil keprasan. Hasil keprasan tergantung pada alat yang digunakan untuk melakukan pengeprasan. Semakin baik alat yang digunakan maka hasil keprasan akan baik dan pertunasan tumbuh dengan baik.

Pengeprasan tebu secara manual menggunakan cangkul, sedangkan secara mekanis menggunakan implemen keprasan dengan sumber tenaga dari traktor. Masalah yang timbul adalah ketersediaan tenaga kerja baik itu dari aspek kuantitas maupun kualitasnya. Pengeprasan tebu secara mekanis selama ini masih kurang optimal, baik itu menggunakan traktor tangan maupun traktor roda empat. Salah satu yang mempengaruhinya adalah jenis pisau pemotong yang digunakan untuk melakukan pengeprasan. Pada penelitian kali ini direncanakan menggunakan pisau pemotong tipe rotari. Hal ini dikarenakan



perancangan letak implemen di depan traktor dengan mengambil sumber tenaga dari mesin diesel traktor yang disalurkan melalui *gearbox*, sedangkan jika menggunakan pisau jenis piringan, peletakkannya di belakang traktor.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana proses rancang bangun implemen kepras tebu tipe rotari dengan menggunakan traktor tangan?
2. Bagaimana proses pengujian implemen kepras tebu tipe rotari dengan menggunakan traktor tangan pada proses keprasan tanaman tebu?

### **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Membuat rancang bangun implemen kepras tebu tipe rotari dengan menggunakan traktor tangan
2. Mengetahui kinerja implemen kepras tebu tipe rotari dengan menggunakan traktor tangan pada proses keprasan tanaman tebu



#### 1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak diantaranya :

##### 1. Masyarakat

Usaha dalam meningkatkan produktivitas tanaman tebu dengan sistem keprasan secara mekanis, efektif dan efisien menggunakan traktor tangan

##### 2. Mahasiswa

Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai bidang alat mesin pertanian untuk pengeprasan pada tanaman tebu

#### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini diantaranya:

1. Hanya menggunakan traktor quick g1000 boxer sebagai penggerak implemen dalam melakukan pengeprasan
2. Penelitian dilakukan tanpa melakukan analisa kelayakan ekonomi dari implemen
3. Jenis tebu yang digunakan dalam penelitian adalah tebu merah varietas BR





## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tebu (*Saccharum Officinarum L*)

Tebu merupakan anggota genus *Saccharum*, famili *Graminae* dan *tribe Andropogoneae*. Ada lima spesies dari *saccharum*, salah satunya adalah *Saccharum Officinarum L*. Spesies yang dibudidayakan atau sering disebut *noble cane*. Spesies ini memiliki sifat batang berwarna terang, lunak, tebal, kandungan sukrosa tinggi, kandungan serat rendah, daun lebar (Lahay, 2009).

*Noble cane*, kemungkinan tanaman yang dibudidayakan dari spesies *Saccharum Robustum*. Memiliki batang yang tebal, terdapat garis-garis memanjang berwarna pada batangnya, ketinggian 3 - 5 meter dengan beberapa anakan, sukrosa tinggi dan kulit lunak. Spesies ini asli, lembut, manis jika dicicipi dengan cara dikunyah. Varietas ini merupakan bentuk dasar paling awal dari industri untuk memproduksi gula (Bakker, 1999).

Tebu merupakan tumbuhan monokotil dari famili rumput-rumputan yang merupakan tanaman untuk bahan baku gula. Batang tanaman tebu memiliki anakan tunas dari pangkal batang yang membentuk rumpun. Tanaman ini memerlukan waktu musim tanam sepanjang 11 - 12 bulan. Tanaman ini berasal dari daerah tropis basah sebagai tanaman liar. Tanaman tebu merupakan tanaman perkebunan yang berasal dari India. Di

Indonesia, tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatra (Gantina, 2011).

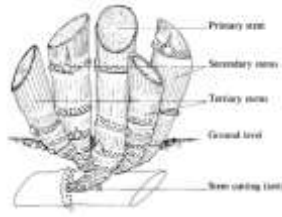
Menurut Wijaksono (2017), menyebutkan bahwa pada masa pertumbuhan, tebu banyak memerlukan air sedangkan menjelang tua dan panen tidak memerlukan air. Kekurangan air pada masa pertumbuhan dapat menyebabkan batang tebu kecil dan tumbuh kerdil. Sebaliknya, jika kelebihan air pada saat menjelang panen akan mengakibatkan kadar gula dalam batang menurun. Berikut merupakan taksonomi dari tanaman tebu :

- Divisi : Spermatophyta
- Sub Divisi : Angiospermae
- Kelas : Monocotyledonae
- Keluarga : Poaceae
- Genus : *Saccharum*
- Spesies : *Saccharum officinarum* L.

Tanaman Tebu merupakan tanaman berumpun dengan jumlah batang bervariasi yang terdiri dari beberapa jenis batang yaitu: primer, sekunder, dan tersier. Seperti yang terlihat pada **Gambar**

**2.1.**





**Gambar 2.1** Tunggul Tebu

Sumber: (James, 2004)

Tanaman tebu dapat tumbuh di lahan basah maupun kering. Tanah yang tidak terlalu kering dan basah adalah kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tebu. Oleh karena itu irigasi dan drainase harus diperhatikan. Tebu dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 0 - 1400 mdpl dengan berbagai macam tanah seperti alluvial, grumosol, latosol, dan regusol. Tebu paling ideal berada pada ketinggian <500 mdpl (Oktavia, 2015).

Hamparan tanaman tebu dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



**Gambar 2.2** Tanaman Tebu

Sumber: (Indrawanto *et. al*, 2010)



Pemanenan tebu dapat dilaksanakan pada bulan Mei sampai September. Pada musim kering kondisi tebu dalam keadaan optimum dengan tingkat rendemen tertinggi. Penggiliran panen tebu mempertimbangkan tingkat kemasakan tebu dan kemudahan transportasi dari areal tebu ke pabrik. Kegiatan pemanenan meliputi estimasi produksi tebu, analisis tingkat kemasakan dan tebang angkut (Indrawanto *et. al*, 2010).

## 2.2 Tebu Keprasan

Tebu keprasan merupakan tanaman tebu dari jaringan batang yang tertinggal mengalami tumbuh kembali setelah dilakukan penebangan dan pengeprasan. Sisa - sisa tunggul tebu dipotong pada posisi rata atau lebih rendah dari guludan. Tujuan pengeprasan adalah untuk menghasilkan tanaman tebu yang memiliki perakaran dalam, sehingga tebu tidak akan mudah roboh setelah dewasa (Syafriandi, 2012).

Sistem keprasan telah diterapkan hampir di semua sentra tebu di dunia. Luas tanaman keprasan di Indonesia mencapai lebih dari 70% total luas pertanaman tebu. Penerapan sistem ini dapat menekan biaya pengelolaan tebu, namun menyebabkan penurunan produktivitas lahan. Besarnya penurunan produktivitas sekitar 20% dari produktivitas pertama. Walaupun demikian, keprasan masih dipertahankan karena biayanya yang

mudah dan secara ekonomi menguntungkan (Marbun *et. al*, 2009).

Budidaya tebu dengan sistem keprasan dapat dilakukan sampai tiga kali pengeprasan, di beberapa daerah ada yang sampai 4 - 5 kali pengeprasan. Menurut Indrawanto *et. al* (2010), menyebutkan bahwa pengeprasan tebu dilakukan dengan tujuan untuk menumbuhkan kembali bekas tebu yang telah ditebang. Tebu yang akan dikepras harus dibersihkan dahulu dari kotoran-kotoran bekas tebang setelah panen. Pelaksanaan pengeprasan dilakukan secara berkelompok dan perpetak. Hal ini dilakukan agar pertumbuhan tebu merata dan memudahkan pemilihan serta penebangan saat panen tiba.

Sebelum proses pengeprasan dilakukan, sebaiknya lahan dialiri air terlebih dahulu. Hal ini dilakukan agar bekas tanaman tebu yang akan dikepras tidak mudah terbongkar (Sutardjo 1966 dalam Gantina 2011). Ada tiga bentuk pengeprasan:

a. Kepras bentuk rata

Bentuk pengeprasan ini merupakan hasil penggunaan alat kepras mekanis *stubble shaver*, yang dapat menghasilkan bentuk keprasan merata seperti disajikan pada **Gambar 2.3**.





**Gambar 2.3** Keprasan Bentuk Rata

b. Kepras bentuk W

Bentuk ini pada umumnya dilakukan pada tanah-tanah berat yang mudah pecah saat kemarau. Hasilnya seperti yang terlihat pada **Gambar 2.4**.



**Gambar 2.4** Keprasan Bentuk W

c. Kepras bentuk U

Pada umumnya dilakukan pada tanah-tanah yang mengandung pasir. Bentuknya seperti pada **Gambar 2.5**.



**Gambar 2.5** Keprasan Bentuk U



Disamping alat kepras tebu yang digerakkan secara mekanis, petani masih sering melakukan kepras tebu secara manual (**Gambar 2.6**).



**Gambar 2.6** Tebu Kepras Manual

### **2.3 Alat Kepras Tebu**

Alat yang digunakan untuk pengeprasan terbagi menjadi dua jenis, yakni alat kepras manual dan mekanis. Alat kepras manual contohnya seperti cangkul yang hingga saat ini masih banyak digunakan oleh petani untuk pengeprasan secara tradisional, sedangkan mekanis yaitu alat kepras yang dioperasikan menggunakan tenaga mesin seperti traktor tangan maupun traktor roda empat. Pengeprasan yang efektif dan efisien dapat diperoleh melalui penerapan alat dan mesin kepras yang sesuai dengan kondisi lapangan (Lisyanto, 2007).

Budidaya tebu kepras dilakukan karena dapat menghemat biaya produksi. Alat yang dipakai umumnya adalah menggunakan cangkul dan golok. Dalam rangka mengatasi

kelangkaan tenaga kerja, direkayasa alat kepras tebu traktor tangan PSAB 97-1 seperti pada **Gambar 2.7**. Alat tersebut dapat dioperasikan pada tanah ringan, sedang, dan berat dengan tenaga 10 HP. Rancangan dengan keistimewaan pada *gearbox* yang menghasilkan putaran 100-1100 rpm. Keunggulan alat ini terletak pada kapasitas kerjanya yaitu 6,5-7,5 jam per hektar dan pada kualitas hasil keprasan yang lebih baik. Biaya operasional alat ini adalah Rp 35.756 per hektar (Feri, 2008)



**Gambar 2.7** Alat Kepras Tebu Traktor Tangan

Menurut Feri (2008) menyebutkan bahwa alat kepras tanaman tebu dengan penggerak traktor roda empat (alat kepras mekanis) atau *stubble shaver* seperti pada **Gambar 2.8** pernah digunakan oleh beberapa pabrik gula di Indonesia. Akan tetapi kinerja dari alat tersebut masih belum optimal sehingga tidak dipergunakan lagi. Mata pisau dari alat tersebut cepat tumpul sehingga menghasilkan potongan yang cenderung pecah. Gaya pukul (*impact*) dan energi pemotongan yang dibutuhkan cukup tinggi. Beberapa komponen pada alat tersebut memiliki suku

cadang yang terbatas sehingga apabila terjadi kerusakan dibutuhkan waktu perbaikan yang panjang. Selain itu terdapat alat kepras tebu tipe piringan bercoak pada penelitian Feri (2008). Alat dapat dilihat pada **Gambar 2.9**. Tenaga yang digunakan berasal dari traktor roda empat dengan tenaga putar PTO.



**Gambar 2.8** Alat Kepras Tebu Mekanis atau *Stubble Shaver*



**Gambar 2.9** Alat Kepras Tebu Tipe Piringan Bercoak

## 2.4 Traktor Tangan

Traktor tangan (*hand tractor*) atau traktor roda dua (*two wheel drive tractor*) merupakan mesin pertanian yang digunakan



untuk mengolah tanah. Jenis traktor ini banyak digunakan oleh petani untuk mengolah tanah sebagai usaha untuk meningkatkan produktivitas. Penggunaan traktor roda dua di Indonesia lebih unggul dan efektif karena lahan pertanian yang dimiliki masyarakat pada umumnya lahan kecil dan sempit (Mardinata, 2014).

Traktor tangan merupakan traktor pertanian yang hanya mempunyai sebuah poros roda (beroda dua). Traktor ini berukuran panjang berkisar 1740 – 2290 mm, lebar berkisar 710 – 880 mm dan dayanya berkisar 6 – 10 HP. Sebagai daya penggerak utamanya menggunakan motor diesel silinder tunggal (Rizaldi, 2006).

Traktor roda dua mempunyai banyak nama, diantaranya: traktor berporos-tunggal, traktor tangan, traktor kebun, traktor jalan, jalan dibelakang traktor, traktor pejalan kaki, dsb. Traktor roda dua dapat menyelesaikan berbagai jenis pekerjaan pertanian dengan bermacam tipe alat yang digandengkan di belakang traktor. Traktor roda dua terdiri dari komponen-komponen seperti: motor, dudukan motor dengan titik gandeng, rumah gigi transmisi termasuk kopleng master dan titik gandeng belakang, stir dengan beberapa tuas kontrol, dan roda (Sakai *et. al*, 1998). Traktor tangan dapat dilihat pada **Gambar 2.10**.





**Gambar 2.10** Traktor Tangan

**Sumber:** Dokumentasi Pribadi 2020

## **2.5 Elemen Implemen**

### **2.5.1 Gearbox**

*Gearbox* merupakan perangkat yang sangat penting hampir di semua mesin. Biasanya digunakan untuk mentransmisi atau mengatur daya sesuai kebutuhan proses. Hal ini tergantung pada tempat dan pentingnya alat berat, deteksi dini timbulnya kerusakan pada set roda gigi dan evaluasi sisa umur dapat memiliki dampak penting pada produktivitas dan keamanan. Peringatan kegagalan dini akan sangat berguna untuk penjadwalan perawatan yang efektif (Omar *et. al*, 2011).

Menurut Ghanime *et. al* (2013) menyebutkan bahwa *gearbox* digunakan untuk transmisi daya di banyak sistem seperti, turbin angin, mobil, pesawat terbang, dan lokomotif.

*Gearbox* biasanya mencakup komponen seperti selubung, poros,

bantalan, dan roda gigi. Berbagai desain kotak roda tersedia untuk memenuhi persyaratan transmisi kecepatan yang berbeda.

### 2.5.2 Poros

Poros adalah elemen mesin berputar yang digunakan untuk mengirimkan daya dari satu tempat ke tempat lain. Daya dikirim ke poros oleh beberapa gaya tangensial dan torsi yang dihasilkan (atau momen puntir) yang diatur di dalam poros memungkinkan daya untuk ditransfer ke berbagai mesin yang terhubung ke poros. Untuk mentransfer daya dari satu poros ke poros lainnya, berbagai anggota seperti katrol, roda gigi, dll., dipasang di atasnya (Khurmi dan Gupta, 2005).

Perancangan poros menurut Sularso dan Suga (1978), memerlukan momen puntir dengan persamaan sebagai berikut:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan : T = Momen Puntir (kgmm)

$P_d$  = daya yang direncanakan (watt)

n = Putaran poros (rpm)

### 2.5.3 Pillow Block Bearing

Bearing adalah elemen mesin yang mendukung elemen mesin lainnya bergerak. Ini memungkinkan terjadinya gerakan relatif antara permukaan kontak anggota, sambil membawa beban. Sedikit pertimbangan akan menunjukkan bahwa karena



gerakan relatif antara permukaan kontak, sejumlah daya tertentu terbangun untuk mengatasi hambatan gesekan dan jika permukaan gesekan berada dalam kontak langsung, akan ada keausan cepat. Untuk mengurangi resistensi gesekan dan keausan serta membawa panas yang dihasilkan dapat menggunakan lapisan cairan sebagai pelumas. Pelumas yang digunakan biasanya adalah minyak mineral yang disuling dari minyak bumi, tetapi minyak nabati, minyak silikon, gemuk dll juga dapat digunakan (Khurmi dan Gupta, 2005).

Menurut Prabhu (2019), *pillow block bearing* terdiri dari braket yang menampung bantalan dan digunakan dalam aplikasi beban ringan torsi rendah. Dengan konfigurasi ini, *pillow block* dibaut ke pondasi dan mengamankannya. Sementara poros dan cincin bagian dalam bantalan bebas berputar. Biasanya terbuat dari besi tuang, *pillow block* terdapat dua macam jenis yaitu *split* atau *unsplit*. Elemen rumah pada *Split pillow block* dapat dipisahkan dari alasnya, sedangkan *Unsplit pillow block* tidak karena terbuat dari satu bagian padat. Sering istilah *pillow block bearing* dan *plumber block bearing* digunakan secara sinonim tetapi keduanya adalah perangkat yang berbeda. Keduanya dirancang untuk dipasang ke permukaan melalui lubang pemasangan di dasar *block*. Keduanya berbeda karena bantalan *plumber block bearing* mengandung bantalan bagian dalam dan juga dirancang untuk beban yang lebih tinggi dan lingkungan yang lebih korosif.

### 2.5.4 Pulley

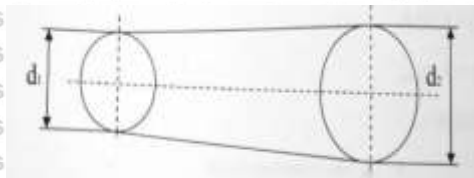
*Pulley* digunakan untuk mengirimkan daya dari satu poros ke yang lain dengan menggunakan sabuk datar, *V-belt* atau tali.

Karena rasio kecepatan adalah rasio terbalik dari diameter *pulley* penggerak dan penggerak, maka diameter *pulley* harus dipilih dengan hati-hati agar memiliki rasio kecepatan yang diinginkan.

*Pulley* harus berada dalam posisi yang benar agar sabuk dapat berjalan sesuai garis normal ke permukaan *pulley*. *Pulley* dapat dibuat dari besi tuang, baja tuang atau baja tekan, kayu dan kertas (Khurmi dan Gupta, 2005).

Menurut Sularso dan Suga (1978) menyebutkan bahwa jika konstruksi mesin putaran *pulley* penggerak dinyatakan  $n_1$ (rpm) dan *pulley* yang digerakkan dinyatakan  $n_2$  (rpm) serta diameter *pulley* dinyatakan  $d_1$  (mm) dan  $d_2$  (mm) sesuai pada **Gambar 2.11**. Berdasarkan keterangan tersebut, maka rumusnya sebagai berikut:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots \dots \dots (2)$$

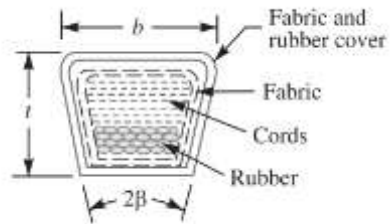


**Gambar 2.11** Sistem transmisi pada sabuk dan *pulley*



### 2.5.5 V-Belt

V-Belt atau Sabuk-V terbuat terbuat dari kain dan tali yang dibentuk karet dan ditutupi dengan kain dan karet seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.13**. Ikatan pinggang ini dibentuk menjadi bentuk trapesium dan dibuat tanpa akhir. Ini sangat cocok untuk drive pendek. Sudut yang disertakan untuk V-belt biasanya dari  $30^\circ$  hingga  $40^\circ$ . V-belt banyak digunakan di pabrik dan bengkel di mana sejumlah besar daya akan ditransmisikan dari satu katrol ke yang lain ketika dua katrol sangat dekat satu sama lain (Khurmi dan Gupta, 2005).



**Gambar 2.12** Penampang V-Belt

Menurut Smith dan Walkes (1990) menyebutkan bahwa transmisi dengan menggunakan sabuk hanya dapat menghubungkan poros - poros yang sejajar dengan arah putaran yang sama. Jika pemindahan daya menggunakan dua roda transmisi, maka huungan antara jarak kedua titik pusat sumbu roda transmisi dengan panjang sabuk dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:



$$L = 2C + 1,57(D+d) + (D-d)^2/4C \dots\dots\dots(3)$$

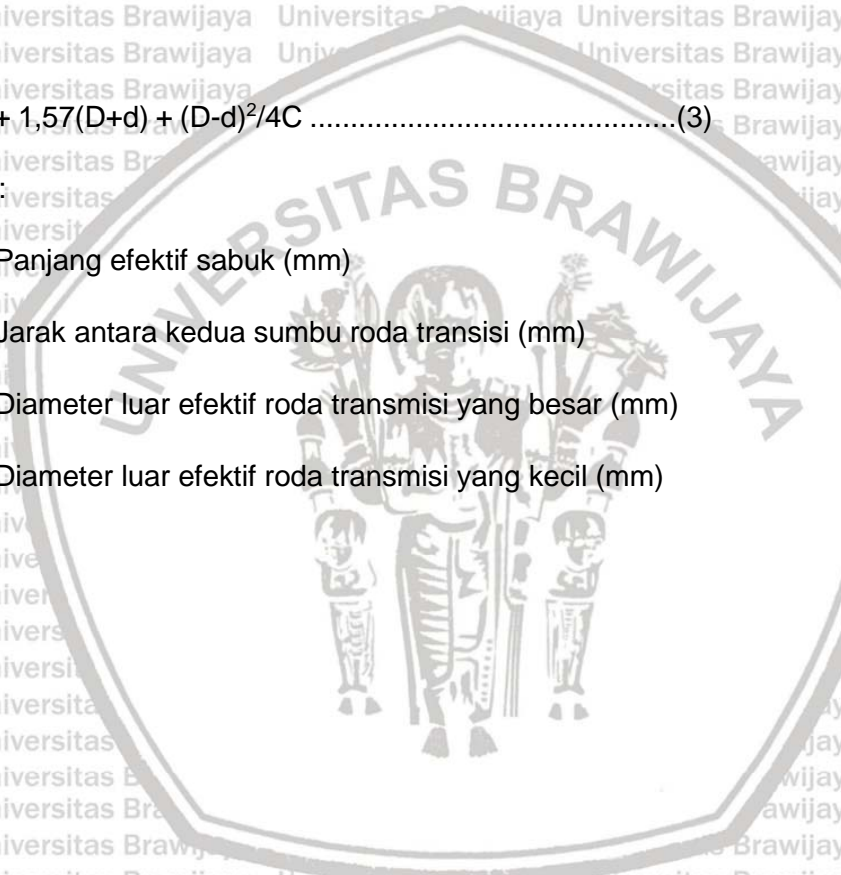
dimana:

L = Panjang efektif sabuk (mm)

C = Jarak antara kedua sumbu roda transisi (mm)

D = Diameter luar efektif roda transmisi yang besar (mm)

d = Diameter luar efektif roda transmisi yang kecil (mm)



## BAB III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember 2020 hingga Juli 2021 di bengkel las dan lahan sawah tebu yang berada di lingkup Desa Kwaron, Kecamatan Papar, Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

1. Mesin las : untuk menyambung potongan besi
2. Mesin gerinda tangan : untuk memotong dan mengasah besi
3. Mesin bor : untuk membuat lubang pada besi
4. Mesin bubut : untuk membubut poros
5. *Digital tachometer* : untuk mengukur kecepatan putar
6. *Stopwatch* : untuk mengukur waktu
7. Meteran : untuk mengukur jarak
8. *Relief meter* : untuk mengukur guludan (*relief tanah*)
9. Penggaris : untuk mengukur ketinggian pada alat *relief meter*

### 3.2.2 Bahan

1. Besi UNP : sebagai rangka utama implemen
2. Besi plat : sebagai dudukan mata pisau pemotong
3. Baja per (*spring steel*) : sebagai mata pisau pemotong
4. Baut dan mur : sebagai pengikat rangka implemen
5. Poros *steering u-joint* : sebagai penerus putaran dari gearbox menuju pisau pemotong
6. *Gearbox* : sebagai transmisi daya dari mesin ke pisau pemotong
7. *Pillow block bearing* : sebagai pengikat poros pada rangka implemen
8. *Pulley* : sebagai transmisi daya putar dari mesin ke gearbox
9. *V-belt* : sebagai transmisi daya dari *pulley* mesin ke *pulley gearbox*
10. Roda pendukung : sebagai pendukung implemen saat pengeprasan
11. Tunggul tanaman tebu : sebagai bahan utama pengujian

### 3.3 Desain Rancangan

Perancangan terdiri dari beberapa tahapan, mulai dari pemilihan bentuk, perhitungan dimensi, dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan implemen. Pendekatan melalui perancangan ini dapat menentukan implemen dapat beroperasi





dengan baik atau tidak. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan desain fungsional dan desain struktural.

### 3.3.1 Desain Fungsional

Pendekatan perancangan fungsional merupakan pendekatan yang digunakan sebagai dasar konsep pembuatan implemen agar dapat beroperasi sebagaimana mestinya. Implemen kepras tebu tipe rotari pada tugas akhir ini digunakan sebagai alat untuk melakukan pengeprasan pada tunggul tebu. Alat ini dirancang untuk memudahkan pekerjaan petani dengan menggunakan traktor. Implemen kepras tebu tipe rotari ini memiliki beberapa komponen, diantaranya sebagai berikut:

#### a. Gearbox

*Gearbox* digunakan sebagai sistem pemindah tenaga, dimana berfungsi untuk menyalurkan daya mesin ke pisau pemotong agar dapat berputar dan melakukan pengeprasan pada tunggul tanaman tebu. Menurut Omar *et. al* (2011), *gearbox* merupakan perangkat yang sangat penting hampir di semua mesin. Biasanya digunakan untuk mentransmisi atau mengatur daya sesuai kebutuhan proses. Hal ini tergantung pada tempat dan pentingnya alat berat, deteksi dini timbulnya kerusakan pada set roda gigi dan evaluasi sisa umur dapat memiliki dampak penting pada produktivitas dan keamanan.



### **b. Pulley dan v-belt**

Penggunaan *pulley* dan *v-belt* pada implemen bertujuan untuk mentransmisikan daya dari mesin traktor menuju ke *gearbox*. Perbandingan kecepatan antara poros penggerak dengan poros yang digerakkan tergantung pada perbandingan diameter *pulley* yang digunakan, sehingga *pulley* juga berfungsi sebagai pengatur kecepatan putar pada *gearbox*. *V-belt* dipasang pada dua buah *pulley* sehingga dapat bergerak sesuai laju putaran mesin.

### **c. Pillow Block Bearing**

*Pillow Block Bearing* berfungsi untuk mendukung kerja poros dengan bantuan dari bantalan (*bearing*) yang sesuai dengan poros yang direncanakan. Menurut Prabhu (2019), *pillow block bearing* terdiri dari braket yang menampung bantalan dan digunakan dalam aplikasi beban ringan torsi rendah. Dengan konfigurasi ini, *pillow block* dibaut ke pondasi dan mengamankannya. Sementara poros dan cincin bagian dalam bantalan bebas berputar. *Pillow block* biasanya terbuat dari besi tuang.

### **c. Poros**

Poros digunakan untuk meneruskan atau memindahkan tenaga putar dari *gearbox* menuju ke pisau pemotong. Pada poros yang akan digunakan, didesain agar memiliki kekuatan dan tahanan terhadap kecepatan putar serta torsi yang terjadi selama

pengeprasan. Menurut Khurmi dan Gupta (2005), poros adalah elemen mesin berputar yang digunakan untuk mengirimkan daya dari satu tempat ke tempat lain. Daya dikirim ke poros oleh beberapa gaya tangensial dan torsi yang dihasilkan (atau momen puntir) yang diatur di dalam poros memungkinkan daya untuk ditransfer ke berbagai mesin yang terhubung ke poros. Untuk mentransfer daya dari satu poros ke poros lainnya, berbagai anggota seperti katrol, roda gigi, dll., dipasang di atasnya.

#### **d. Pisau Pemotong**

Pisau pemotong sebagai komponen utama berfungsi untuk melakukan pengeprasan yakni dengan cara memotong tunggul tebu. Pisau pemotong ini yang akan melakukan pengeprasan secara langsung dengan menghantam tunggul tebu dan tanah pada guludan. Terdiri dari dua bagian terpisah yaituudukan mata pisau dan mata pisau pemotong. Dalam penggunaannya, pisau pemotong harus senantiasa tajam agar dalam melakukan pengeprasan dapat menghasilkan tunggul tebu hasil keprasan yang baik

### **3.3.2 Desain Struktural**

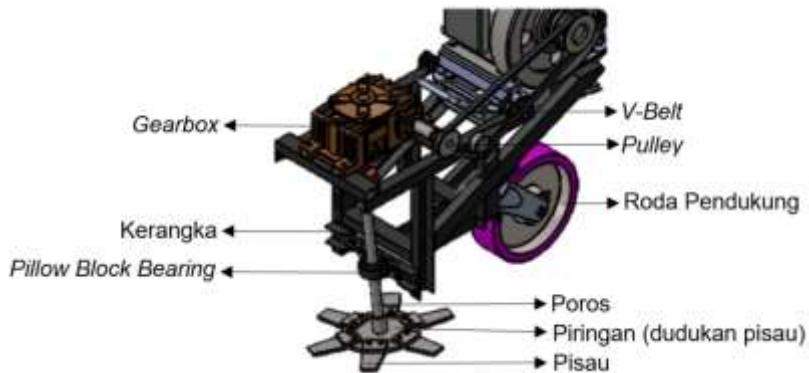
Desain struktural merupakan tahapan yang menentukan dari proses rancang bangun implemen kepras tebu yang akan dibuat mulai dari bahan yang akan digunakan untuk tiap komponennya dan tata letak komponen-komponen tersebut.

Desain rancangan struktural akan memberikan gambaran





implemen menyeluruh. Gambar desain implemen kepras tebu tipe rotari dapat dilihat pada **Gambar 3.1**



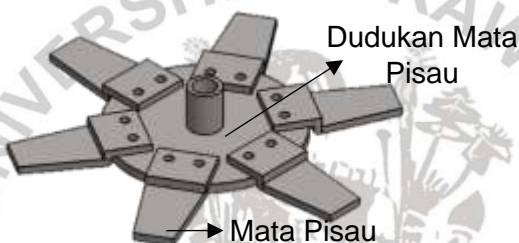
**Gambar 3.1** Desain Implemen Kepras Tebu Tipe Rotari

### 3.4 Dimensi dan Ukuran

#### 3.4.1 Pisau Pemotong

Dudukan mata pisau terbuat dari besi plat dengan ketebalan 10 mm. Dimensi dari dudukan mata pisau tersebut adalah memiliki diameter 200 mm. Dengan bentuk plat piringan sebagai dudukan mata pisau berjumlah 6, dipasang pada poros gearbox bagian bawah yang dikuatkan. Mata Pisau pemotong terbuat dari baja plat dengan ketebalan 8 mm. Dimensi dari pisau pemotong adalah memiliki panjang 130 mm, dengan lebar pada pangkal 80 mm dan lebar pada ujung 60 mm. Mata pisau pemotong berjumlah 6 yang akan dipasang pada dudukan mata pisau, panjang mata pisau pemotong yang dipasang pada

dudukan pisau 40 mm dan sisanya 90 mm merupakan bagian yang tajam untuk melakukan pengeprasan.



**Gambar 3.2** Pisau Pemotong

### 3.4.2 *Pulley* dan *V-Belt*

*Pulley* pada implemen yang digunakan terbuat dari bahan besi tuang dengan tujuan dapat mentransmisikan putaran dari mesin tenaga traktor dengan kecepatan tinggi. Terdapat *pulley* yang ada pada mesin traktor tangan dan *pulley* yang ada pada poros *gearbox* implemen. *Pulley* pada poros *gearbox* implemen berdiameter 70 mm.

*V-belt* merupakan suatu produk yang terbuat dari karet dan memiliki penampang trapesium. *V-belt* digunakan untuk mentransmisikan daya dari mesin traktor tangan ke *gearbox* pada implemen. *V-belt* dipasang pada *pulley* mesin traktor tangan dan *pulley gearbox* pada implemen.

### 3.5 Prinsip Kerja Implemen

Pemotongan tunggu tanaman tebu pada penelitian ini menggunakan implemen dengan mekanisme yang terdiri atas

*gearbox*, *pulley*, *v-belt*, pisau pemotong. *V-belt* menyalurkan daya dari *pulley* mesin traktor ke *pulley* pada poros *gearbox*. *Gearbox* menggerakkan pisau pemotong hingga berputar dengan kecepatan tertentu. Pisau pemotong yang diarahkan pada tunggul tebu akan memotong tunggul tebu tersebut. Proses pemotongan akan berlangsung terus menerus selama pisau pemotong diarahkan pada tunggul tebu hingga terpotong.

### **3.5.1 Gaya Pemotongan**

Gaya pemotongan didefinisikan sebagai resultan dari sejumlah tegangan (*stresses*) yang diberikan oleh pisau kepada material, sedangkan gaya pemotongan spesifik merupakan gaya pemotongan aktual per lebar atau luas material yang dipotong. Gaya pemotongan tersebut mencakup (1) gaya yang diperlukan untuk mengatasi beban pisau, (2) gaya gesek antara material dan pisau, (3) gaya untuk mengatasi tahanan potong dari material. Torsi atau momen gaya pemotongan merupakan hasil kali antara gaya pemotongan yang diterima poros pisau dan jarak tegaklurus terhadap garis kerja gaya tersebut (Feri, 2008).

Proses pemotongan tunggul tebu pada prinsipnya adalah penghancuran tunggul tebu tepat pada pisau pemotong. Untuk dapat melakukan penghancuran berupa pemotongan tunggul tebu, maka mata pisau pemotong harus mampu melawan kekuatan/kekarasan yang dimiliki tunggul tebu. Persamaan yang





digunakan untuk menghitung gaya pemotongan tunggul tebu diperhitungkan seperti pada persamaan (4).

$$F_c = \tau \times \delta s \times l \dots \dots \dots (4)$$

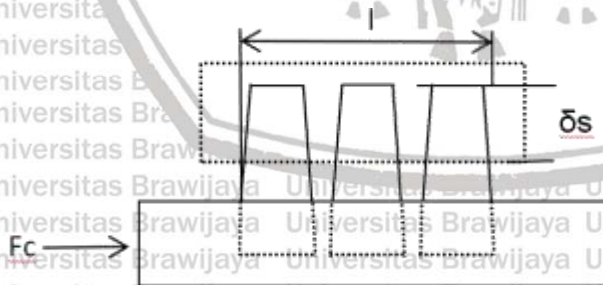
Keterangan:

$F_c$  = Gaya potong

$T$  = Torsi

$\delta s$  = Ujung pisau pemotong yang mengenai tunggul tebu

$l$  = Panjang busur mata pisau keseluruhan pada plat piringan



**Gambar 3.3** Bentangan Elemen Mata Pisau

**Perhitungan Gaya Pemotongan:**

- Gaya potong yang dibutuhkan untuk memotong satu batang tebu adalah 106,57 N (Zode et al 2015 dalam Ashraf et al 2020).

$$106,57 \text{ N} = 10,86 \text{ Kgf}$$

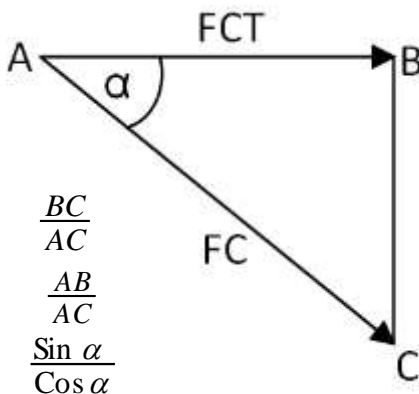


- Asumsi untuk batang tebu yang terpotong adalah 2 buah.

$$F_c = 2 \times 10,86 \text{ Kg} = 21,72 \text{ Kgf}$$

- Gaya potong =  $F_c$

Komponen gaya potong arah tangensial =  $F_{ct}$



Panjang AB = 0,15 m

Panjang AC = 0,19 m

Panjang BC = 0,12 m

$$\sin \alpha = 0,63$$

$$\cos \alpha = 0,79$$

$$\text{Tg } \alpha = 0,8$$

-  $F_{ct} = F_c \times \text{Tg } \alpha$

$$= 21,72 \times 0,8$$

$$= 17,376 \text{ Kgf}$$

- Diameter pisau pemotong = 0,38 m; jari-jari pisau pemotong =

$$0,19 \text{ m}$$

- Torsi yang diperlukan dari mesin

$$T = F_{ct} \times r$$

$$= 17,376 \times 0,19 = 3,3 \text{ Kgf.m} \approx 32,373 \text{ N.m}$$

- Diameter rata-rata batang tebu = 0,026 m

$\delta s = 2 \times \text{rata-rata diameter batang tebu yang terpotong}$

$$= 2 \times 0,026$$

$$= 0,052 \text{ m}$$

$l = \text{Panjang busur}$

$$= 2 \pi r \frac{(\theta^\circ)}{(360^\circ)}$$

$$= 2 \pi (0,19) \frac{(60^\circ)}{(360^\circ)}$$

$$= 0,1989 \text{ m}$$

- Gaya Pemotongan

$$F_c = \tau \times \delta s \times l$$

$$= 32,373 \times 0,052 \times 0,1989$$

$$= 0,335 \text{ N}$$

### 3.5.2 Torsi Pemotongan

Torsi pemotongan merupakan hasil antara gaya yang diperlukan oleh mata pisau untuk melakukan pemotongan dan jari-jari putaran mata pisau. Selanjutnya, parameter torsi pemotongan tersebut dapat digunakan untuk menentukan besarnya gaya dan daya pemotongan (Lisyanto 2007, dalam





Gantina 2011). Torsi yang dialami oleh poros piringan selama proses pemotongan besarnya adalah:

$$T = F_{ct} \times R \dots\dots\dots(5)$$

Di mana:

$T$  = Torsi

$F_{ct}$  = Komponen gaya potong tangensial

= Komponen gaya potong yang tegak lurus jari-jari pisau pemotong

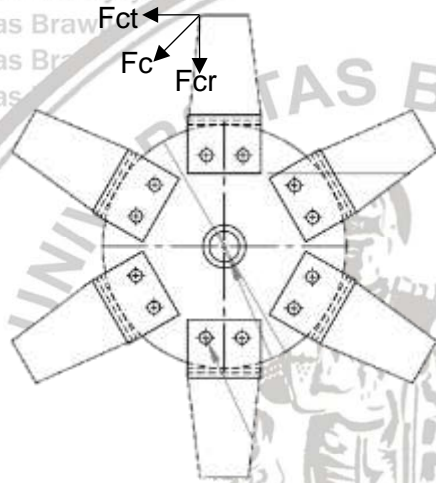
$R$  = Jari-jari pisau pemotong

Gaya potong =  $F_c$

Komponen gaya potong arah tangensial  $F_{ct}$

Komponen gaya potong arah radial  $F_{cr}$





**Gambar 3.4** Gaya - Gaya Potong

Torsi yang diperlukan dari mesin

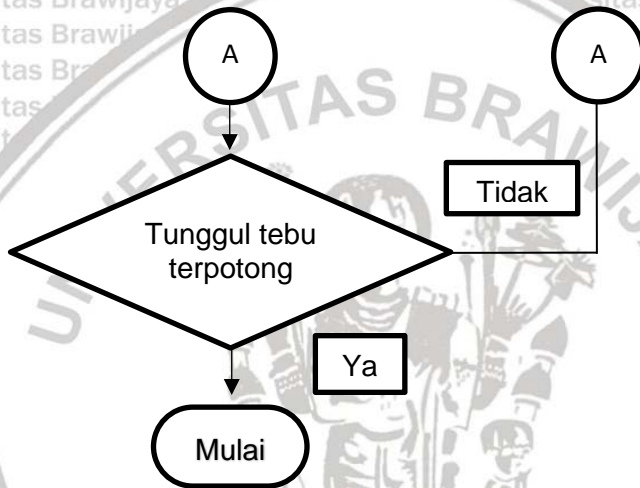
$$\begin{aligned}
 T &= F_{ct} \times r \\
 &= 17,376 \times 0,19 \\
 &= 3,3 \text{ Kgf.m} \approx 32,373 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

### 3.6 Diagram Alir dan Cara Kerja

Cara kerja implemen kepras tebu tipe rotari ini adalah implemen dipasang di depan mesin traktor tangan. Pisau kepras digerakkan oleh *gearbox* yang meneruskan daya dari *v-belt* yang digerakkan oleh *pulley* mesin traktor ke *pulley* pada *gearbox* implemen. Setelah pisau pemotong berputar, traktor digerakkan maju untuk melakukan pengepresan pada tanaman tebu. Berikut diagram alir penggunaan implemen



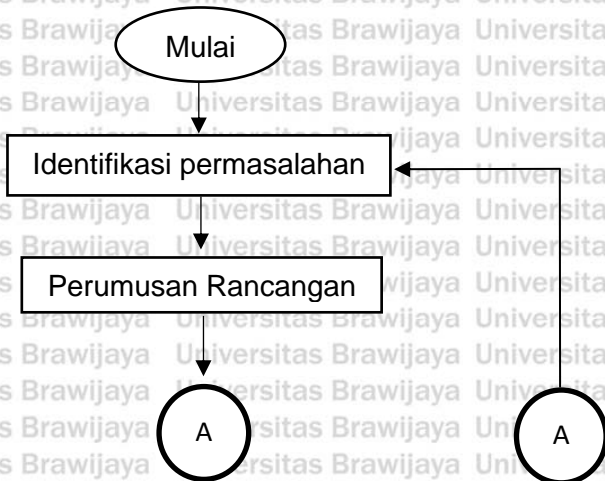


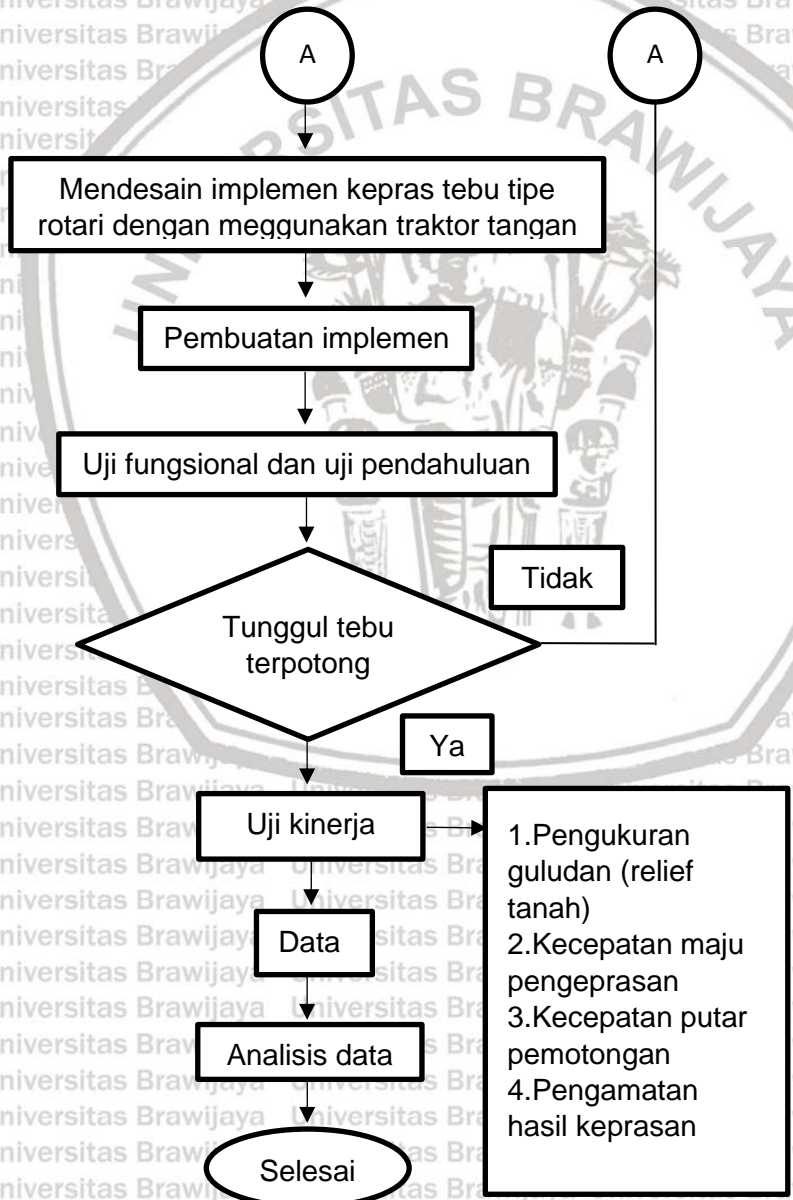


**Gambar 3.5** Diagram Alir Cara Kerja Implemen

### 3.7 Metode

Adapun tahapan dalam proses perancangan implemen kepras tebu tipe rotari yaitu sebagai berikut:





**Gambar 3.6** Diagram Alir Proses Penelitian

### 3.8 Pengujian Implemen

Pengujian implemen keprasan tebu tipe rotari dengan menggunakan traktor tangan bertujuan sebagai penentu keberhasilan implemen dalam memotong tunggul tebu. Sekaligus untuk mengevaluasi kemampuan implemen dalam keadaan optimum. Pengujian dilakukan untuk mengambil data perhitungan kecepatan maju dan kecepatan putar pemotongan ketika memotong tunggul tebu serta untuk mendapatkan hasil tunggul tebu yang terpotong utuh atau pecah. Selain itu juga dilakukan pengukuran guludan sebelum dan sesudah pengeprasan serta pengamatan hasil keprasan.

#### 3.8.1 Pengukuran Guludan (Relief Tanah)

Pengukuran guludan dilakukan menggunakan alat *relief meter*, penggaris dan meteran. Hal ini untuk mengetahui bentuk guludan sebelum dan sesudah pengeprasan. Pengukuran dilakukan dengan titik tengah dari alat *relief meter* (sebagai acuan titik tengah tunggul tebu).

#### 3.8.2 Kecepatan Maju Pengeprasan

Kecepatan maju pengeprasan dilakukan dengan cara mengukur waktu tempuh pengeprasan untuk jarak masing-masing jalur pengeprasan dengan alat bantu *stopwatch*. Kecepatan maju dihitung dengan persamaan:

$$V = \frac{s}{t} \dots \dots \dots (6)$$





Dimana :

$V$  = kecepatan maju pengolahan (m/detik),

$s$  = jarak tempuh pengepresan (m), dan

$t$  = waktu tempuh pada jarak  $s$  (detik).

### 3.8.3 Kecepatan Putar Pemotongan

Kecepatan putar pemotongan diukur dengan menggunakan *digital tachometer*. Pengukuran ini dilakukan pada poros *gearbox* ketika pengepresan berlangsung. *Digital tachometer* mengukur kecepatan dalam satuan RPM (*revolutions per minute*).

### 3.8.4 Pengamatan Hasil Keprasan

Pengamatan dilakukan setelah pengepresan. Hal-hal yang diamati sebagai berikut:

- a. Pengukuran jumlah persentase tunggul yang utuh, tunggul yang pecah, dan tunggul yang terbongkar.
- b. Pengamatan jumlah tunas yang tumbuh, setelah 2 minggu pengepresan.

## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Implemen Kepras Tebu Tipe Rotari

Implemen kepras tebu tipe rotari terdiri dari beberapa komponen utama yaitu *gearbox*, *pulley*, *v-belt*, poros, *pillow block bearing*, pisau pemotong. Gambar dari implemen kepras tebu tipe rotari dapat dilihat pada **Gambar 4.1**. Tujuan dari implemen ini adalah untuk mempermudah dalam proses pengepresan pada tanaman tebu. Prinsip kerja dari implemen kepras tebu tipe rotari ini dilakukan menggunakan traktor tangan, dimana mesin diesel sebagai penggerak utama yang diteruskan melalui kopleng ke *gearbox*, putaran pada *gearbox* diteruskan menuju pisau pemotong melalui poros. Pisau pemotong akan berputar dan siap digunakan untuk melakukan pengepresan. Spesifikasi dari implemen kepras tebu tipe rotari dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.



**Gambar 4.1** Implemen Kepras Tebu Tipe Rotari

Sumber : Dokumentasi Pribadi 2021

**Tabel 4.1** Spesifikasi Implemen Keprasan Tebu Tipe Rotari

<b>Spesifikasi Implemen</b>	
Traktor Tangan	Quick G1000 Boxer
Mesin Diesel	RS85DI-1S
Daya	5.59 kW
Putaran Mesin	2200 rpm
Gearbox	WPX 80 1:10
Dimensi	
- Rangka Implemen	940 x 310 x 450 mm
- Diameter Poros	Ø 24 mm x 550 mm
- Diameter Pisau Pemotong	Ø 400 mm x 55 mm
V-belt	B-57
Bearing	UCP 205
Material Pisau Pemotong	Spring Steel
Material Poros	Baja ST 60

## 4.2 Pembuatan Implemen Keprasan Tebu Tipe Rotari

### 4.2.1 Kerangka Implemen

Kerangka implemen menggunakan besi UNP dengan lebar 50 mm dan tinggi 30 mm. Terdapat dua bagian, bagian atas untuk dudukan gearbox dan menyambungkan ke kerangka traktor bagian depan & bagian bawah untuk menopang kerangka bagian





atas dan menyambungkan ke bagian kerangka traktor sisi kanan kiri. Penyambungan antar besi agar kuat menggunakan las. Sedangkan penyambungan beberapa elemen pada kerangka implemen seperti *gearbox*, *pillow block bearing*, roda pendukung dan ke kerangka traktor menggunakan mur dan baut. Berikut gambar kerangka implemen dapat dilihat pada **Gambar 4.2** dibawah ini



**Gambar 4.2** Kerangka Implemen

**Sumber :** Dokumentasi Pribadi 2021

#### 4.2.2 ***Gearbox***

Prinsip kerja *gearbox* pada implemen kepras adalah membantu proses perpindahan tenaga yang dihasilkan putaran mesin diesel traktor melalui *v-belt* dan *pulley* yang kemudian menuju ke pisau pemotong melalui poros. Penggunaan *gearbox* dengan tujuan untuk memperlambat kecepatan putaran yang dihasilkan mesin diesel traktor sekaligus untuk memperkuat tenaga putaran. *Gearbox* yang digunakan adalah jenis WPX 80 ratio 1:10 dengan diameter poros masuk 22 mm dan diameter

poros keluar 32. Gambar dari *gearbox* dapat dilihat seperti pada

### **Gambar 4.3.**



**Gambar 4.3** *Gearbox*

**Sumber :** Dokumentasi Pribadi 2021

### **4.2.3 Pulley**

*Pulley* merupakan salah satu dari berbagai macam jenis transmisi. Fungsi penggunaan *pulley* pada implemen kepras adalah untuk mentransmisikan daya dari mesin traktor menuju ke *gearbox*. *Pulley* yang digunakan jenis *pulley V* terbuat dari besi tuang (*cast irons*) dan memiliki diameter 70 mm. Untuk gambar *pulley* dapat dilihat pada **Gambar 4.4** dibawah ini.



**Gambar 4.4** *Pulley*

**Sumber :** Dokumentasi Pribadi 2021

#### 4.2.4 Poros

Poros merupakan salah satu komponen yang penting dalam pembuatan implemen keprasa tebu. Poros digunakan untuk meneruskan atau memindahkan tenaga putar dari *gearbox* menuju ke pisau pemotong. Untuk jenis poros yang digunakan yaitu poros *steering u-joint*, dengan poros propeller berbahan baja ST 60. Kemudian dimodifikasi pada bagian slip joint dan poros propeller agar bisa tersambung dengan *gearbox* dan pisau pemotong. Dimensi poros *steering u-joint* memiliki panjang keseluruhan 550 mm, pada poros propeller memiliki panjang 320 mm dan diameter sebesar 25 mm. Pada poros yang digunakan, didesain agar memiliki kekuatan dan tahan terhadap kecepatan putar serta torsi yang terjadi selama pengeprasan. Gambar dari poros dapat dilihat pada **Gambar 4.5** dibawah ini.



**Gambar 4.5** Poros

**Sumber** : Dokumentasi Pribadi 2021



#### 4.2.5 *Pillow Block Bearing*

*Pillow block* merupakan salah satu komponen pada implemen yang digunakan untuk mendukung kerja poros dengan bantuan dari bantalan (*bearing*) yang sesuai dengan poros yang telah direncanakan. *Pillow block bearing* yang digunakan jenis UCP 205 dengan diameter lubang 25 mm. Pemasangan dilakukan dengan cara menyamping dan di baut pada kerangka implemen bagian bawah, hal ini bertujuan untuk mengunci poros dan dapat memiringkan pisau pemotong dengan maksimal kemiringan  $20^{\circ}$ . Untuk gambar *pillow block bearing* dapat dilihat pada **Gambar 4.6** dibawah ini.



**Gambar 4.6** *Pillow Block Bearing*

**Sumber :** Dokumentasi Pribadi 2021

#### 4.2.6 *Pisau Pemotong*

Pisau pemotong merupakan komponen utama pada implemen kepras, dimana pisau pemotong ini yang akan melakukan pengeprasan secara langsung dengan menghantam tunggul tebu dan tanah pada guludan. Terdiri dari dua bagian terpisah yaituudukan mata pisau yang terbuat dari baja plat dan

mata pisau pemotong yang terbuat dari baja per (*spring steel*).

Dudukan mata pisau memiliki diameter 200 mm, pada pisau pemotong memiliki panjang 130 mm. Penyambungan dudukan mata pisau dengan mata pisau pemotong menggunakan mur dan baut, sehingga mata pisau pemotong memiliki bagian yang tajam 90 mm. Total diameter dari pisau pemotong adalah 380 mm.

Gambar dari pisau pemotong dapat dilihat pada **Gambar 4.7**.



**Gambar 4.7** Pisau Pemotong

**Sumber :** Dokumentasi Pribadi 2021

### 4.3 Pengujiian Implemen

#### 4.3.1 Pengukuran Guludan (Relief Tanah) Sebelum Pengeprasan

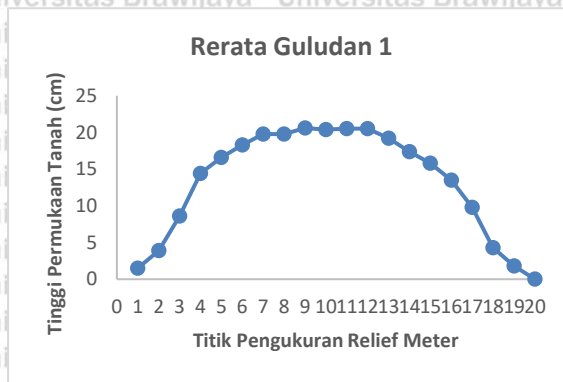
Sebelum pengeprasan, dilakukan pengukuran guludan dengan tujuan untuk mendapatkan data mengenai bentuk guludan. Pengukuran guludan dilakukan menggunakan alat yaitu *relief meter* dan penggaris, foto pengukuran bentuk guludan

dapat dilihat pada **Gambar 4.8** dan hasil pengukuran dapat dilihat pada **Gambar 4.9**

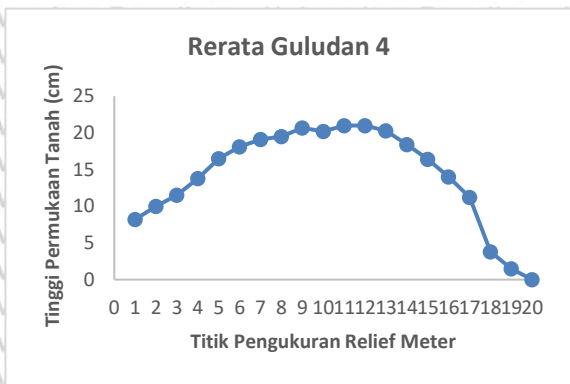
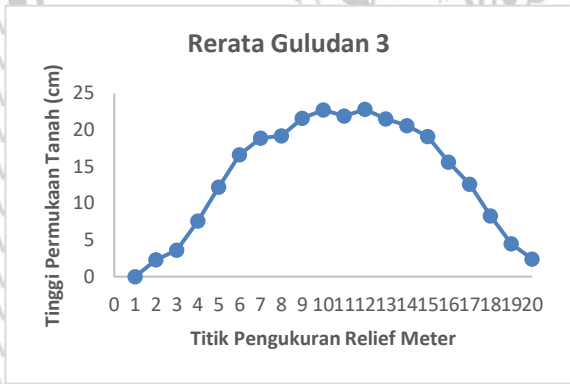
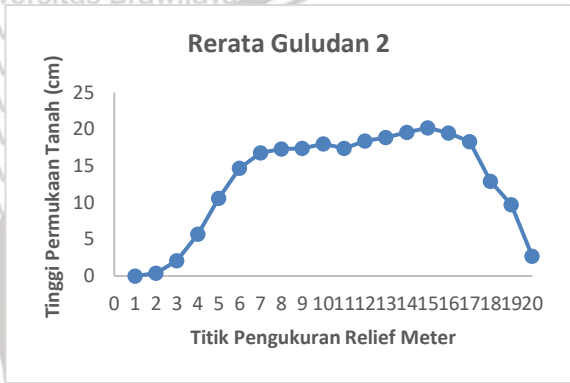


**Gambar 4.8** Pengukuran Guludan

**Sumber:** Dokumentasi Pribadi 2021







**Gambar 4.9** Hasil Pengukuran Guludan Sebelum Pengeprasan

Pada **Gambar 4.9** dapat dilihat bentuk guludan sebelum dilakukan pengeprasan. Permukaan guludan paling rendah terletak pada titik 0, sedangkan tunggul tebu pada posisi kisaran di titik 5 – 15 dengan lebar kisaran 50 cm. Ketinggian guludan berada di kisaran 20 – 25 cm. Pada masing-masing guludan memiliki titik puncak yang berbeda-beda dan tidak berada di titik tengah (kisaran pada titik 10), hal ini dikarenakan pada awal pembuatan guludan dilakukan secara manual menggunakan cangkul.

#### 4.3.2 Pengeprasan

Pengeprasan dilakukan setelah masing-masing guludan diukur dengan menggunakan alat *relief meter* untuk mengetahui bentuk relief tanahnya. Pada guludan 1, 2 dan 3 dilakukan pengeprasan menggunakan implemen kepras. Sedangkan guludan 4, pengeprasan dilakukan secara manual menggunakan cangkul. Pengeprasan pada guludan 4 yang menggunakan cangkul dilakukan dengan cara membuka dua sisi guludan. Sebelum melakukan pengeprasan pada guludan 1, 2 dan 3, implemen kepras terlebih dahulu dipasang pada traktor tangan.

Pada saat implemen kepras digunakan untuk melakukan pengeprasan, traktor tangan cenderung lebih berat dibagian depan yang menyebabkan operator agak kesulitan dalam melakukan pengeprasan. Implemen kepras yang dibuat diletakkan pada traktor tangan bagian depan, hal ini berkebalikan



dengan implemen yang biasanya diletakkan pada bagian belakang traktor. Sehingga terjadi ketidakseimbangan atau ketidakstabilan pada traktor tangan, sehingga perlu dipertimbangkan berat beban yang ditanggung oleh operator. Keseimbangan dan kestabilan traktor sangat mempengaruhi hasil keprasan. Meskipun sudah ditambahkan roda pendukung, jika dari operator kesulitan pada saat mengoperasikan traktor akan menyebabkan hasil keprasan banyak tunggul yang pecah dan terbongkar.

#### 4.3.3 Pengukuran Kecepatan Putar Pemotongan

Pengukuran kecepatan putar pemotongan dilakukan pada saat pengeprasan berlangsung menggunakan alat *digital tachometer*. Pengukuran dilakukan pada poros yang menyambungkan *gearbox* dengan pisau pemotong. *Gearbox* yang dipakai memiliki rasio putar 1:10, sehingga dilakukan pengukuran kecepatan putar pada *pulley* mesin traktor, *pulley* pada *gearbox* dan poros yang menyambungkan *gearbox* dengan pisau pemotong sebelum melakukan pengeprasan. Hal ini bertujuan untuk memperkirakan kecepatan putar pemotongan yang akan dihasilkan pada saat pengeprasan berlangsung. Besarnya kecepatan putar mesin traktor diketahui dari spesifikasinya kurang lebih 2200 rpm yang kemudian diukur kembali. Hasil dari pengukuran kecepatan putar mesin traktor, *pulley gearbox* dan pisau pemotong dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.





**Tabel 4.2** Hasil Pengukuran Kecepatan Putar

Pengukuran	Kecepatan Putar (rpm)		
	Mesin Traktor	Pulley Gearbox	Pisau Pemotong
1	2102	2730	300,3
2	2210	2720	301,2
3	2322	2631	301,1
<b>Rata-rata</b>	2211,3	2693,7	300,9

Pengukuran kecepatan putar pisau pemotong didapatkan rata-rata sebesar 300,9 rpm. Sehingga kecepatan putar pisau pemotong yang akan digunakan untuk melakukan pengeprasan sebesar kisaran 300 rpm. Dari kecepatan putar pisau pemotong yang akan digunakan untuk pengeprasan, tentunya pada saat pengeprasan berlangsung kecepatan putar dari pisau pemotong akan berkurang dari kecepatan awal yang digunakan. Hal ini dikarenakan pisau pemotong yang melakukan pengeprasan menghantam tanah dan tunggul tebu yang akan dipotong. Maka dari itu dilakukan pengukuran kecepatan putar pemotongan pada saat pengeprasan berlangsung. Pengukuran dilakukan pada poros yang menyambungkan *gearbox* dengan pisau pemotong. Pengukuran kecepatan putar pemotongan dapat dilihat pada **Gambar 4.10** dan hasil dari pengukuran kecepatan putar pemotongan dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.



**Tabel 4.3** Hasil Pengukuran Kecepatan Putar Pemotongan

Pengukuran	1	2	3	Rata-rata
<b>Guludan 1</b>	167 rpm	153 rpm	131,9 rpm	150,6 rpm
<b>Guludan 2</b>	153 rpm	140,4 rpm	138 rpm	143,8 rpm
<b>Guludan 3</b>	138 rpm	104 rpm	161,7 rpm	134,6 rpm
	<b>Rata-rata</b>			143 rpm



**Gambar 4.10** Pengukuran Kecepatan Putar Pemotongan

**Sumber:** Dokumentasi Pribadi 2021

Pisau pemotong pada saat melakukan pengeprasan dengan menghantam tanah dan tunggul tebu sempat terjadi kemacetan, sehingga menyebabkan beberapa tunggul pecah hingga ada yang terbongkar. Hal ini dikarenakan desain pisau pemotong yang prinsip kerjanya menggunakan gaya normal dengan menghantam tanah dan tunggul secara langsung. Gaya normal merupakan gaya yang dihasilkan pada arah tegak lurus dengan bidang material.

Dari permasalahan tersebut, perlu adanya modifikasi desain pisau pemotong dengan prinsip kerja menggunakan gaya tangensial yang memiliki efek mengiris, agar kualitas pengepresan tidak hancur. Desain pisau pemotong yang dapat digunakan adalah pisau pemotong yang bentuknya melengkung ke kanan, sehingga pada saat pisau pemotong berputar akan menghasilkan gaya tangensial dan memiliki efek mengiris. Gaya tangensial merupakan gaya yang dihasilkan pada arah kecepatan potong. Dengan desain pisau pemotong tersebut dapat meningkatkan kualitas kepresan tunggal utuh yang lebih banyak.

#### 4.3.4 Pengukuran Kecepatan Maju Pengepresan

Pengukuran dilakukan pada saat pengepresan berlangsung. Sebelum dilakukan pengepresan, panjang guludan terlebih dahulu diukur dan didapatkan jarak lintasan pada tiap guludan 20 meter. Pengukuran Panjang guludan dapat dilihat pada **Gambar 4.11**. Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh kecepatan maju pengepresan menggunakan traktor tangan yang terpasang implemen kepresan tebu tipe rotari dibagian depan traktor. Waktu pada saat pengepresan berlangsung diukur menggunakan *stopwatch* yang ada pada *handphone* dan hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 4.4**. Waktu yang dihasilkan pada saat pengepresan terlalu lama, hal ini dikarenakan pada saat pisau pemotong menghantam tanah dan perakaran pada



tebu terjadi kemacetan. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pengeprasan pada satu rumpun tunggul tebu lebih lama dari perkiraan.

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian Kecepatan Maju Pengeprasan

Guludan	Jarak (m)	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)
<b>Guludan 1</b>	20	618	0,0323
<b>Guludan 2</b>	20	600	0,0333
<b>Guludan 3</b>	20	593	0,0337
<b>Rata-rata</b>			0,0331



**Gambar 4.11** Pengukuran Panjang Guludan

**Sumber:** Dokumentasi Pribadi 2021

Setelah memperoleh hasil pengukuran kecepatan maju pengeprasan, dilakukan perhitungan kapasitas lapang teoritis (KLT). Kapasitas lapang teoritis (KLT) merupakan kapasitas yang didapatkan ketika mesin menggunakan 100% lebar kerja tanpa



memperhitungkan kehilangan waktu pembelokan dan lain-lain.

Perhitungan Kapasitas Lapang Teoritis (KLT) menggunakan rumus:

$$\text{Kapasitas Lapang Teoritis (KLT)} = 0,36 \times (v \times l) \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

KLT = Kapasitas lapang teoritis (ha/jam)

0,36 = Faktor konversi ( 1 m<sup>2</sup>/s = 0,36 ha/jam)

V = Kecepatan rata-rata (m/s)

L = Lebar kerja (m)

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Lapang Teoritis (KLT)} &= 0,36 \times (v \times l) \\ &= 0,36 \times (0,0331 \times 1,05) \\ &= 0,36 \times 0,0347 \\ &= 0,0125 \text{ ha/jam} \end{aligned}$$

#### 4.3.4 Perhitungan Daya

Daya motor yang digunakan untuk melakukan pengeprasan dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

Diketahui:

Daya masukan motor = 5,59 kW

Kecepatan putar pisau pemotong = 300,9 rpm

Torsi = 32,373 N



1. Kecepatan sudut ( $\omega$ )

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{2 \pi n}{60} \\ &= \frac{2 \pi (300,9)}{60} \\ &= 31,51 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

2. Daya keluaran (P)

$$\begin{aligned}P &= T \omega \\ &= 32,373 \text{ Nm} \times 31,51 \text{ rad/s} \\ &= 1020 \text{ watt}\end{aligned}$$

Jika 1 HP = 746 watt, maka  $\frac{1020}{746} = 1,02$  HP. Sehingga

daya keluaran yang digunakan untuk melakukan pengepresan sebesar 1,02 HP dari daya masukan sebesar 7,5 HP. Efisiensi transmisi daya dihitung dengan cara daya keluaran dibandingkan dengan daya masukan:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Daya keluaran}}{\text{Daya masukan}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1,02 \text{ HP}}{5,59 \text{ HP}} \times 100 \%$$

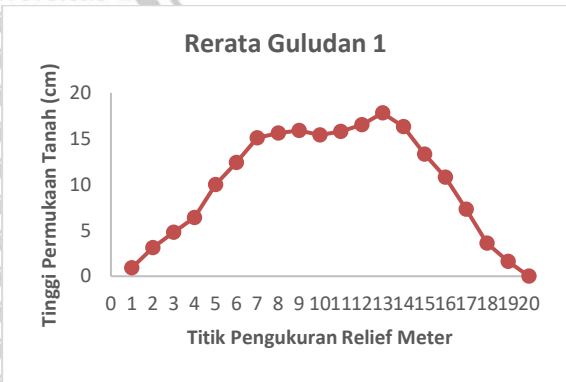
$$= 18,25 \%$$

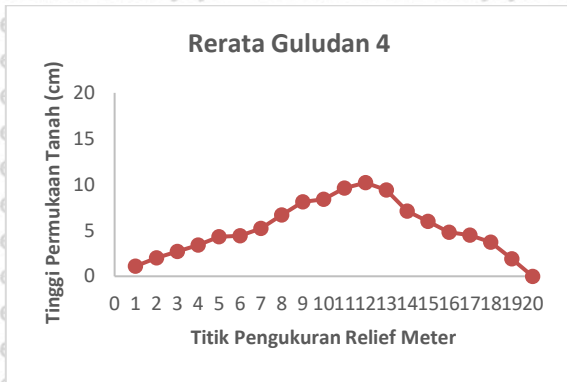
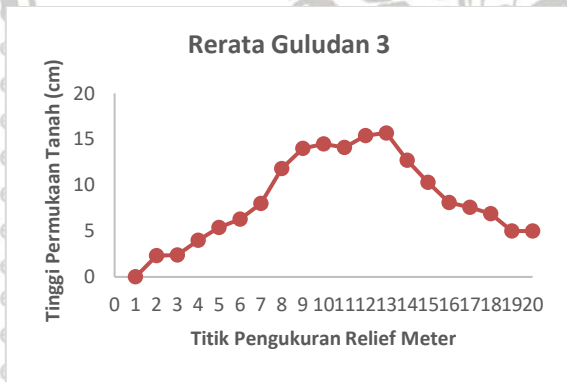
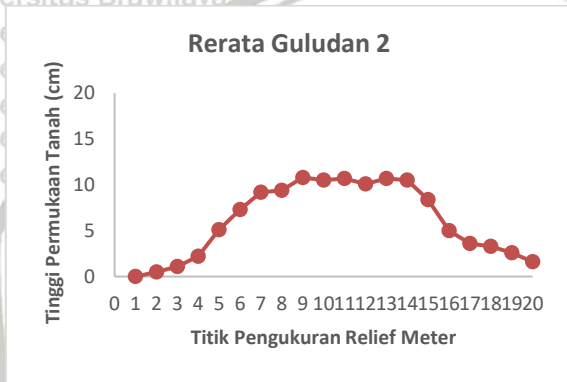


Dari hasil perhitungan, maka traktor yang dipasang implemen kepras dan digunakan untuk melakukan pengeprasan memiliki efisiensi transmisi daya sebesar 18,25 %.

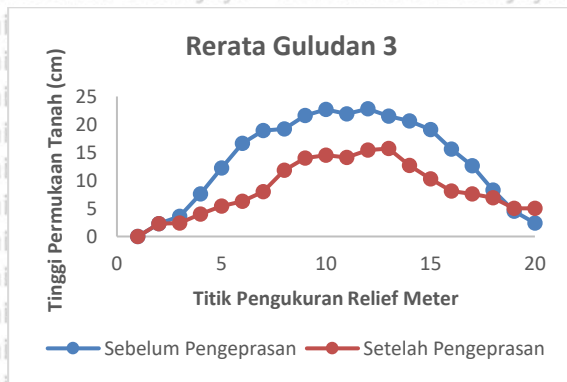
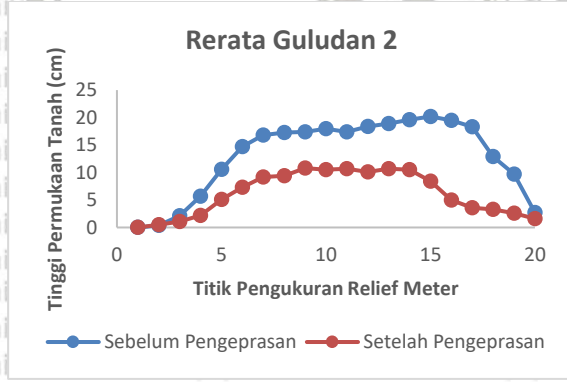
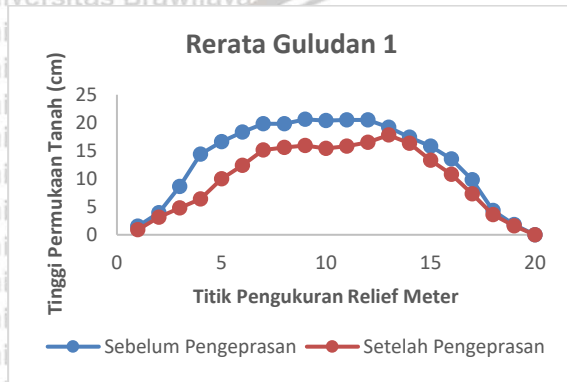
#### 4.3.5 Pengukuran Guludan (Relief Tanah) Setelah Pengeprasan

Bentuk guludan setelah pengeprasan diukur dengan cara yang sama seperti pengukuran guludan sebelum pengeprasan. Hasil pengukuran setelah pengeprasan dapat dilihat pada **Gambar 4.12**. Perbandingan dari rata-rata hasil pengukuran tiap guludan sebelum dan sesudah pengeprasan dapat dilihat pada **Gambar 4.13**.

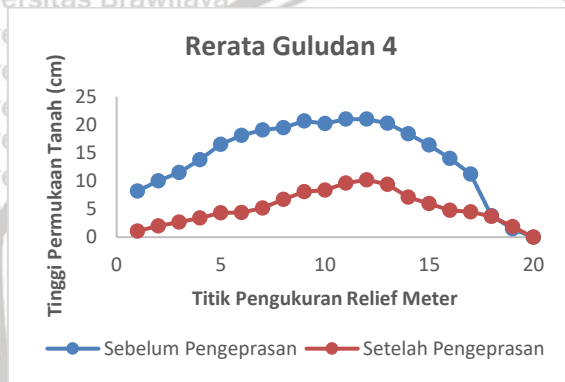




**Gambar 4.12** Hasil Pengukuran Guludan Setelah Pengeprasan







**Gambar 4.13** Perbandingan Sebelum dan Sesudah Pengeprasan

Dari **Gambar 4.13** dapat dilihat bahwa bentuk guludan yang dihasilkan dari pengeprasan menggunakan implemen pada guludan 1, 2, dan 3 memiliki bentuk yang hampir sama yaitu bentuk keprasan rata. Meskipun masing-masing guludan memiliki bentuk yang agak berbeda. Hal ini dikarenakan keterampilan dari operator yang mengendalikan traktor, lebar dari guludan dan alur tanaman tebu yang tidak lurus. Sedangkan pada guludan 4 yang pengeprasan dilakukan menggunakan cangkul memiliki bentuk yang agak mengerucut, hal ini dikarenakan pengeprasan dilakukan pada dua sisi guludan.

**Tabel 4.5** Kedalaman Hasil Pengeprasan

No	Kedalaman Keprasan (cm)			
	Guludan 1	Guludan 2	Guludan 3	Guludan 4
1	5,04	10,3	7,55	10,56
2	2,64	9,06	4,66	10,91
3	3,49	4,18	11,8	13,1
<b>Rata-rata</b>	3,64	7,85	8,00	11,52

Dari **Tabel 4.5** dapat dilihat kedalaman hasil pengeprasan. Pada guludan 1,2, dan 3 yang pengeprasan menggunakan implemen kepras memiliki kedalaman minimum sebesar 2,64 cm, kedalaman maksimum sebesar 11,8 cm, dan kedalaman rata-rata sebesar 6,5 cm. Perbedaan pada hasil pengeprasan kemungkinan disebabkan karena bentuk guludan yang berbeda-beda, operator yang mengendalikan traktor, dan beban traktor yang cenderung lebih berat dibagian depan karena adanya implemen. Kedalaman hasil pengeprasan yang didapatkan tidak sesuai dengan kedalaman hasil pengeprasan yang diharapkan yaitu sebesar kisaran 10 cm, hal ini menunjukkan bahwa kurangnya keterampilan operator saat menggunakan traktor tangan untuk melakukan pengeprasan.



Pada guludan 4 yang pengeprasan menggunakan cangkul memiliki kedalaman minimum 10,56 cm, kedalaman maksimum 13,1 cm, dan kedalaman rata-rata sebesar 11,52 cm. Pengeprasan secara manual dilakukan dengan membuka guludan kira-kira sedalam 10 cm. Dari pengeprasan manual tersebut, pada pengujian implemen pada awalnya ditargetkan mendapatkan kedalaman yang hampir sama. Akan tetapi sebagaimana yang dijelaskan oleh Bili (2016) dalam penelitian, menurut Koswara (1989) menyatakan bahwa kedalaman hasil keprasan 6 dan 9 cm mampu menghasilkan tunas tebu yang lebih banyak dari kedalaman dibawah 6 cm.

#### 4.4 Pengamatan Hasil Keprasan

Pengamatan hasil keprasan dilakukan setelah pengeprasan selesai. Penampakan guludan setelah dilakukan pengeprasan dapat dilihat pada **Gambar 4.14**. Pengamatan yang dilakukan adalah menghitung jumlah tunggul tebu yang utuh, pecah dan terbungkar. Perlakuan yang dilakukan mendapatkan hasil yang berbeda pada tiap guludan, seperti pada **Tabel 4.6**.

Pada guludan 1,2, dan 3 yang pengeprasan menggunakan implemen kepras menghasilkan tunggul tebu yang pecah lebih banyak daripada tunggul yang utuh. Rata-rata hasil keprasan tunggul yang utuh sebesar 42,3%, tunggul yang pecah 47,3% dan tunggul yang terbungkar sebesar 10,4%. Sedangkan pada guludan 4 yang pengeprasan dilakukan secara manual menggunakan cangkul, tunggul yang utuh lebih banyak dari





tunggul yang pecah. Hasil dari pengeprasan secara tidak langsung dipengaruhi oleh kedalaman pengeprasan. Bentuk tunggul hasil pengeprasan yang utuh, pecah dan terbungkar dapat dilihat seperti pada **Gambar 4.15**.

**Tabel 4.6** Tunggul Hasil Keprasan

Guludan	Jumlah Rumpun Tunggul	Tunggul Utuh	Tunggul Pecah	Tunggul Terbungkar	Jumlah Tunggul
1	24	89	106	14	209
2	22	75	104	25	205
3	17	115	102	29	246
4	20	240	7	-	247 <sup>1</sup>



**Gambar 4.14** Penampakan Guludan Setelah Pengeprasan

**Sumber:** Dokumentasi Pribadi 2021

<sup>1</sup> Guludan 4, kepras dengan cara manual menggunakan cangkul





**Gambar 4.15** Tunggul Hasil Pengeprasan

**Sumber:** Dokumentasi Pribadi 2021

Pengamatan pertumbuhan tunas dilihat dari jumlah tunas yang tumbuh setelah 2 minggu pengeprasan. Penampakan tunas tebu yang tumbuh dapat dilihat pada **Gambar 4.13**. Hasil pengamatan tunas yang tumbuh dapat dilihat pada **Tabel 4.7**. Dari hasil pengamatan tunas yang tumbuh pada guludan 1,2, dan 3 yang menggunakan implemen kepras lebih banyak dibandingkan dengan guludan 4 yang menggunakan cangkul. Menurut Faturrohim (2009) menyatakan bahwa banyaknya jumlah anakan tebu dari hasil pengeprasan dipengaruhi oleh banyaknya jumlah tunggul yang dikepras dan kualitas hasil

pengeprasan. Semakin banyak tunggul yang dikepras, maka semakin banyak jumlah anakan yang tumbuh.

**Tabel 4.7** Hasil Pengamatan Tunas yang Tumbuh

Guludan	Jumlah Tunggul (utuh dan pecah)	Jumlah Tunas
1	195	259
2	179	236
3	217	252
4	247	191 <sup>2</sup>



**Gambar 4.16** Tunas Tebu Setelah Dua Minggu Pengeprasan

**Sumber:** Dokumentasi Pribadi 2021

<sup>2</sup> Guludan 4, kepras dengan cara manual menggunakan cangkul





## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Implemen kepras tebu tipe rotari merupakan alat yang digunakan untuk mempermudah petani dalam proses pengeprasan tanaman tebu, kaitannya dengan kebiasaan penggunaan alat tradisional berupa cangkul dapat beralih menggunakan traktor tangan sebagai penggerak implemen kepras tebu. Implemen ini dirancang untuk memiliki dua model pengeprasan, yaitu pengeprasan tipe rata dan tipe kemiringan 20°.
2. Berdasarkan hasil pengujian, kecepatan putar pisau pemotong yang digunakan untuk melakukan pengeprasan sebesar kisaran 300 rpm. Bentuk guludan yang dihasilkan dari pengeprasan menggunakan implemen kepras memiliki bentuk kepras rata. Sedangkan pada guludan yang pengeprasan dilakukan menggunakan cangkul memiliki bentuk yang agak mengerucut, hal ini dikarenakan pengeprasan dilakukan pada dua sisi guludan. Berdasarkan hasil pengamatan, pengeprasan menggunakan implemen kepras menghasilkan tunggul tebu yang pecah lebih banyak daripada tunggul yang utuh. Rata-rata hasil kepras tunggul yang utuh sebesar 42,3%,

tunggul yang pecah 47,3% dan tunggul yang terbongkar sebesar 10,4%. Hasil dari pengeprasan secara tidak langsung dipengaruhi oleh kedalaman pengeprasan. Pengamatan tunas yang tumbuh pada guludan yang menggunakan implemen kepras lebih banyak dibandingkan dengan guludan yang menggunakan cangkul. Tunas yang tumbuh pada guludan 1, 2, dan 3 yang menggunakan implemen kepras sebanyak 259, 236, dan 252 dengan rata-rata 249. Sedangkan pada guludan 4 yang menggunakan cangkul sebanyak 191 tunas.

## 5.2 Saran

1. Jika dilakukan penelitian lanjutan tentang implemen kepras tebu tipe rotari, hendaknya dilakukan modifikasi pada *gearbox*, dimana yang akan menentukan seberapa besar rpm yang dihasilkan untuk melakukan pengeprasan.
2. Desain pisau pemotong yang digunakan perlu dimodifikasi, agar kualitas keprasan tunggul tidak banyak yang hancur.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar mempertimbangkan keseimbangan dan kestabilan traktor, karena beban pemberat traktor diganti dengan implemen kepras.

## DAFTAR PUSTAKA

Ashraf, Md Tahsin., DK Roy, dan RK Naik. 2020. ***Design and Development of Sugarcane Harvester for Small and Marginal Farmer***. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry Sp9(2): 119-125

Bakker, H. 1999. ***Sugarcane Cultivation and Management***. Kluwer Academic/Plenum. New York.

Bili, Arzal., Syafriandi., Mustaqimah. 2016. **Pengaruh Kedalaman Keprasan Tebu dengan Menggunakan Mesin Kepras Traktor Roda Dua Terhadap Kualitas Keprasan dan Pertumbuhan Tunas**. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah Vol. 1, No. 1

Faturrohim, R. 2009. **Uji Kinerja Alat Kepras Tebu Tipe Piringan Berputar (Kepras Pintar) Prototipe-2**. Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Feri. 2008. **Pengujian Prototipe Alat Kepras Tebu Tipe Piringan Berputar**. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Gantina, Ichsan. 2011. **Daya dan Kualitas Pemotongan Tunggul Tebu Pada Beberapa Bentuk Pisau dan Pitch Pemotongannya**. Skripsi. Departemen Teknik Mesin





dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Ghanime, G.H., Hallman, D.L., Sun, C. 2013. **Journal Bearing For Use In Epicyclical Gearbox and Method Of Facilitating Hydrodynamic Oil Flow In The Journal Bearing.** US Patent 8,491,435.

Haryanti, Vidy. 2008. **Analisa Sistem Pemanenan Tebu (*Saccharum Officinarum L.*) yang Optimal di PG. Jatitujuh, Majalengka, Jawa Barat.** Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Indrawanto, C., Purwono, Siswanto, Syakir, M., dan Rumini, W., 2010. **Budidaya Dan Pasca Panen Tebu.** *ESKA Media*, Jakarta.

James, Glyn. 2004. **Sugarcane. Second Edition.** Blackwell Publishing Company, IOWA.

Khurmi R.S., Gupta, J.K. 2005. Text Book of **Machine Design.** Eurasia Publishing House, ltd Ram Nagar, New Delhi.

Lahay, Ratna Rosanty. 2009. **Pemuliaan Tanaman Tebu.** USU Repository. Universitas Sumatera Utara, Medan, 19 hal.



Lisyanto, Sembiring E.N, Suastawa I.N, Setiawan R.P.A, Djoefri M.H.B. 2007. **Mekanisme dan Torsi Pengepresan Tunggul Tebu Menggunakan Pisau Bajak Piring yang Diputar**. Jurnal Keteknikan Pertanian. Vol. 21 No. 1.

Lisyanto. 2007. **Evaluasi Parameter Desain Bajak Piring yang Diputar Untuk Pengepresan Tebu Lahan Kering**. Disertasi. Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Marbun, A. ., A. . Rauf, and H. Hanum. 2016. **Teknik Mulsa Vertikal Pada Budidaya Tebu(*Saccharum Officinarum.L*) Ratoon Satu**. Jurnal Pertanian Tropik , vol. 3, no. 1, 1, pp. 82- 91, doi:10.32734/jpt.v3i1.2960.

Mardinata, Zulias., Zulkifli. 2014. **Analisis Kapasitas Kerja dan Kebutuhan Bahan Bakar Traktor Tangan Berdasarkan Variasi Pola Pengolahan Tanah, Kedalaman Pembajakan dan Kecepatan Kerja**. AGRITECH. Vol. 34 No. 3.

Oktavia, Sema Devi. 2015. **Pengelolaan Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum L.*) di Pabrik Gula Madukismo dengan Aspek Khusus Penataan Varietas**. Skripsi. Departemen Agronomi dan Holtikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Omar, F.K., Moustafa K.A.F., Emam S. 2011. **Mathematical modeling of gearbox including defects with**



**experimental verification.** Journal of Vibration and Control 0(0) 1–12.

Prabhu, TL. (2019). **Principles of MECHANICAL ENGINEERING: Vital Concepts of Mechanical Engineering.** Published by Nestfam Creations Pvt. Ltd

Rizaldi, T. 2006. **Mesin Peralatan.** Departemen Teknologi Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan

Sakai, J.R.G. dan Tineke Mandang. 1998. **Traktor 2-roda Buku pegangan insinyur Teknik Pertanian.** Laboratorium Alat dan Mesin Budidaya Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian FATETA-IPB. Bogor.

Smith, H.P. dan Walkes, L.H. 1990. **Mesin dan Peralatan Usaha Tani.** Penerjemah Tri Puwardi. UGM Press, Yogyakarta.

Syafriandi. 2012. **Analisis Kecepatan Maju Traktor dan Putaran Pisau Pemotong Pada Pengepresan Tebu Ratoon.** Rona Teknik Pertanian Vol.5 No. 2.

Sularso dan Suga, K. 1978. **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin.** Pradnya Paramita, Jakarta

Wijaksono, Andris. 2017. **Uji Kinerja Pisau Kepras Tipe Y dan Tipe Hammer Pada Sisa Tebangan Tanaman Tebu di Lahan Pusat Penelitian Gula PT. Perkebunan Nusantara X Jengkol, Kediri.** Skripsi. Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.



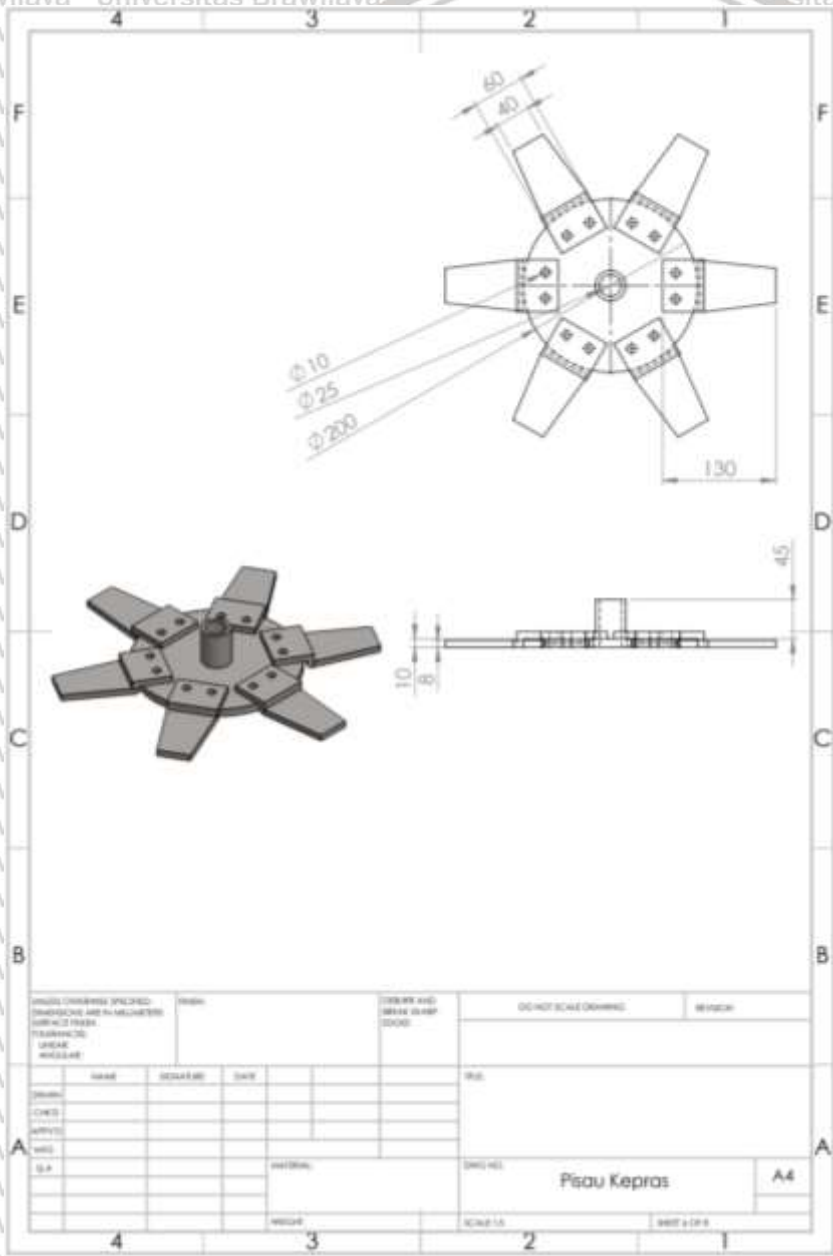












## Lampiran 2. Dokumentasi Pembuatan Implemen



Pemilihan Bahan Implemen



Proses Pembuatan dan Perakitan Implemen



### Lampiran 3. Dokumentasi Pengujian Implemen



Lahan Pengujian Implemen



Pengukuran Panjang dan Bentuk Guludan

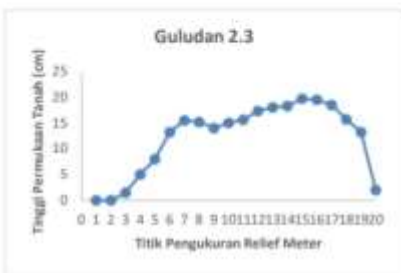
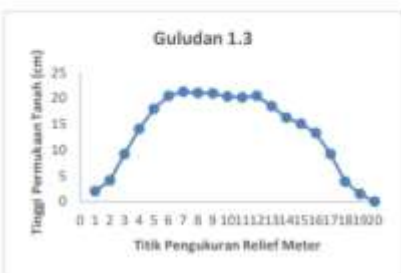
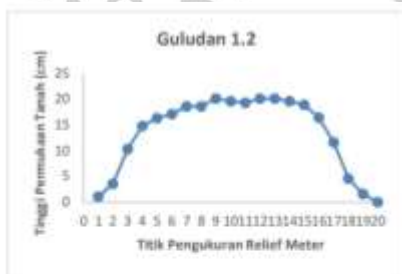


Pengukuran Kecepatan Putar Pisau Pemotong

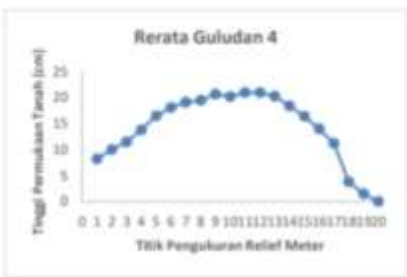
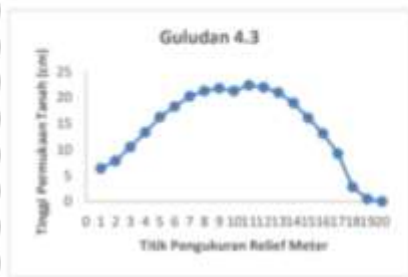
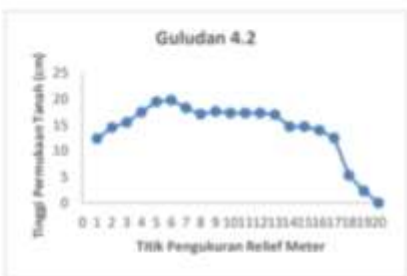
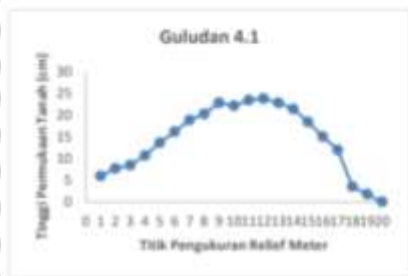
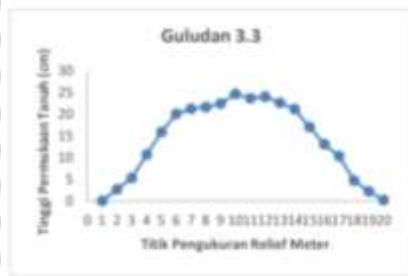


Pengeprasan

## Lampiran 4. Hasil Pengukuran Guludan Sebelum Pengeprasan







## Lampiran 5. Hasil Pengukuran Guludan Setelah Pengeprasan

