

RANCANG BANGUN MESIN PENGGEMBUR TANAH MENGGUNAKAN MATA BAJAK TIPE CANGKUL DENGAN KEMIRINGAN SUDUT 110°

DESIGN AND CONSTRUCTION OF PLOWING MACHINE USING A PLOW EYE OF HOE TYPE WITH AN ANGLE SLOPE OF 110 DEGREES

Yuda Filgantara¹⁾, Saparin^{1)*}, Yudi Setiawan¹⁾, Eka Sari Wijianti¹⁾, dan Jeri Arikxa¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung, Balunijuk, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33149

*email korespondensi : saparinpdca@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Diperbaiki:
Revised
05/04/2024

Diterima:
Accepted
30/05/2024

Publikasi Online:
Online-Published
31/05/2024

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara agraris yang mayoritas penduduknya bertani. Petani di Indonesia masih banyak menggunakan cara tradisional dalam pengolahan lahan pertanian seperti menggunakan cangkul. Pada penelitian sebelumnya telah dibuat mesin penggembur tanah dengan kemiringan sudut mata bajak 90° dan mendapatkan hasil gemburan yang kurang maksimal. Faktor yang mempengaruhi yaitu sudut mata cangkunya kurang besar, oleh karena itu dilakukan pembuatan mesin penggembur tanah menggunakan mata bajak bentuk cangkul dengan kemiringan sudut mata cangkunya diperbesar menjadi 110°. Mesin penggembur tanah menggunakan 30 mata bajak bentuk cangkul dengan tinggi mata cangkul 10 cm, lebar 10 cm dan tebal mata cangkul 6 mm. Jenis tanah yang dapat dibajak oleh mesin penggembur tanah ini yaitu tanah yang sudah pernah diolah pada lahan pertanian. Pengujian dilakukan pada lahan seluas 28 m². Pada percobaan pertama waktu yang dibutuhkan rata-rata 18,78 detik dengan rata-rata kedalaman bajakan 9,76 cm. Pada percobaan kedua waktu yang dibutuhkan rata-rata 16,91 detik dengan rata-rata kedalaman bajakan 9,30 cm. Pada percobaan ketiga waktu yang dibutuhkan rata-rata 19,24 detik dengan rata-rata kedalaman bajakan 11,26 cm. Hasil penggemburan tanah dengan produktivitas rata-rata 1,53 m²/detik dengan kedalaman rata-rata 10,10 cm. Maka dengan menggunakan mesin penggembur tanah dapat mempercepat waktu penggemburan dengan produktivitas mesin yaitu 5.508 m²/jam.

Kata Kunci: Mesin penggembur tanah, Mata bajak bentuk cangkul, Hasil penggemburan.

ABSTRACT

Indonesia is an agricultural country where the majority of the population is farming. Farmers in Indonesia still use many traditional methods in processing agricultural land such as using hoes. In previous studies, a soil bulking machine was made with a slope of the plow blade angle of 90° and obtained less than optimal loose results. The influencing factor is that the angle of the hoe eye is not large, therefore the manufacture of a soil bulking machine is carried out using a hoe-shaped plow with the slope of the corner of the hoe eye enlarged to 110°. The soil bulking machine uses 30 hoe-shaped plowshares with a hoe blade height of 10 cm, a width of 10 cm and a hoe tip thickness of 6 mm. The type of soil that can be plowed by this soil bulking machine is soil that has been cultivated on agricultural land. The test was conducted on an area of 28 m². In the first experiment, it took an average of 18.78 seconds with an average pirated depth of 9.76 cm. In the second experiment, it took an average of 16.91 seconds with an average pirated depth of 9.30 cm. In the third experiment, it took an average of 19.24 seconds with an average pirated depth of 11.26 cm. The result of soil loosening with an average productivity of 1.53 m² / second with an average depth of 10.10 cm. So by using a soil bulking machine can speed up the bulking time with machine productivity of 5,508 m² / hour.

©2024 The Authors. Published by
AUSTENIT (Indexed in SINTA)

doi:
[10.53893/austenit.v16i1.8110](https://doi.org/10.53893/austenit.v16i1.8110)

Keywords: Soil bulking machine, Hoe shape plowshare, Bulking result.

1. PENDAHULUAN

Bertani merupakan salah satu mata pencaharian sebagian besar penduduk Indonesia. Bidang pertanian terdiri dari beberapa sektor bagian antara lain hortikultura, perikanan, tanaman bahan makanan, kehutanan, dan peternakan. Sektor pertanian memberikan kontribusi pendapatan yang besar bagi masyarakat Indonesia. Hal ini dikarenakan sebagian besar masyarakat Indonesia bekerja sebagai Petani. Namun produktivitas hasil pertanian masih rendah yang disebabkan beberapa faktor, salah satunya adalah pengetahuan petani dalam mengolah lahan pertanian masih rendah (Pasaribu, 2021).

Masih banyak Petani di Indonesia mengolah lahan pertanian dengan cara manual. Mereka menggunakan peralatan yang sederhana seperti cangkul untuk menggembur tanah yang membutuhkan waktu yang lama dan menguras tenaga Petani (Khaidir dkk., 2021). Salah satu faktor yang penting dalam keberhasilan bertani adalah pengolahan lahan. Pengolahan lahan bertujuan untuk memperoleh kondisi lahan atau tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman dan perkembangan akarnya. Pengolahan lahan berkembang dari waktu ke waktu, dari manusia menggunakan peralatan sederhana seperti sekop, dan cangkul, bajak singkal yang dibantu tenaga hewan, sampai menggunakan tenaga mesin seperti bajak *rotary* dan garu (Mardinata dan Zulkifli, 2014).

Petani Indonesia masih banyak menggunakan cara manual dengan peralatan sederhana sehingga dapat menimbulkan kelelahan otot. Kerja otot meningkat sehingga tingkat kelelahan petani juga meningkat. Postur kerja petani juga tidak ergonomis (Sembiring dkk., 2017). Sesuai hasil wawancara dengan salah satu petani Desa Balunujuk yaitu bapak Mustawa beliau menggemburkan tanah menggunakan cangkul membutuhkan tenaga dan membutuhkan waktu yang lebih lama. Beliau menggemburkan tanah menggunakan cangkul (Gambar 1) dengan lahan 70 m² dengan waktu lebih kurang 7 jam, sedangkan menggunakan mesin penggembur hanya memerlukan waktu 1 jam, beliau menggunakan mesin penggembur dengan cara menyewa mesin kepada petani lain, dan untuk menyewa mesin tersebut harganya mahal. Kedalaman tanah yang dibutuhkan untuk membuat bedengan yaitu 8 cm dengan kedalaman tanam sayur-sayuran 3 cm.



Gambar 1. Menggemburkan Tanah Dengan Cangkul

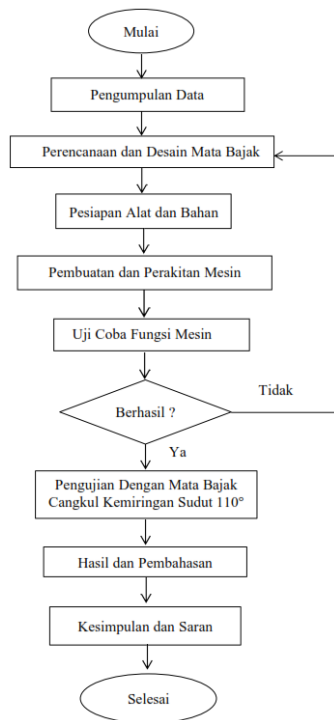
Pada penelitian sebelumnya (Hidayat, 2021) membuat mesin penggembur tanah dengan kemiringan sudut mata cangkunya 90° dengan menggunakan motor bakar 6.5 HP dan hasil bajakannya kurang maksimal. Faktor yang mempengaruhi hasil bajakan yaitu kemiringan sudutnya kurang besar. Oleh karena itu, diperlukan alat yang dapat membantu petani untuk menggemburkan lahan pertanian yang lebih luas melalui penerapan teknologi mekanisme pertanian dengan kemiringan sudut mata bajak akan diperbesar menjadi 110°. Pemilihan sudut 110 derajat karena telah dilakukan uji coba dengan sudut lancip (sudut kurang dari 90 derajat) mengalami kegagalan. Pada sudut itu mata bajak hanya berfungsi sebagai roda penggerak, mata bajak tidak mampu menggemburkan tanah.

2. BAHAN DAN METODA

Bahan dan alat yang digunakan dalam membuat mesin penggembur tanah antara lain: motor bakar 6,5 HP, besi pipa ¾ inchi, pelat strip tebal 6 mm, plat besi lembaran tebal 6 mm, besi pipa 1 ¼ inchi, poros, kopling sentrifugal, besi siku 4 x 4 tebal 4 mm, rantai, *gear*, baut dan mur, *bearing*, ragum, mesin gerinda, mesin las, mesin bor dan alat ukur. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium teknik mesin Universitas Bangka Belitung. Tahapan dan alur penelitian dalam dilihat pada Gambar 2. Penelitian dilakukan dengan eksperimental dengan metode *French*. Tahapan yang dilakukan adalah menganalisis masalah, desain konseptual, diagram proses, realisasi skematis, dan perincian (Abdi dkk, 2023).

Uji coba sebuah perancangan mesin bertujuan untuk memastikan mesin dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Hal ini harus diperhatikan persiapan alat semaksimal mungkin sehingga ketika tahap uji coba mesin dapat bekerja dengan baik. Percobaan alat digunakan sebagai tolak ukur bagaimana alat yang dibuat apakah berhasil atau tidak. Tolak ukur keberhasilan dalam proses uji coba alat ini yaitu apabila semua komponen mesin dapat bekerja sesuai pada prinsip kerja alat yang dibuat. Tujuannya uji coba alat merupakan bagian dari evaluasi untuk menunjang kualitas dan keberhasilan alat yang dibuat. Oleh karena itu, jika alat tidak berhasil maka proses pembuatan alat kembali kepada tahap perancangan.

Prinsip kerja mesin penggembur tanah ini adalah dimana putaran motor bakar diteruskan ke bagian poros untuk mengubah kecepatan putaran. Setelah itu putaran yang dihasilkan poros diteruskan ke poros penggerak mata bajak sehingga putaran poros membuat mata bajak berputar. Kalau semua komponen berfungsi sesuai dengan prinsip kerja mesin maka uji coba mesin dikatakan berhasil.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Pada uji coba mesin penggembur tanah ini jenis tanah yang akan di gemburkan yaitu tanah yang sudah pernah diolah pada lahan pertanian. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian ini yaitu:

1. Mempersiapkan lahan pertanian seluas 28 m² (10 m x 2.8 m) yang akan dilakukan proses penggemburan.
2. Nyalakan mesin penggembur tanah.
3. Lakukan proses penggemburan tanah.
4. Pada waktu yang bersamaan hidupkan *stopwatch*.
5. Lakukan pengujian dengan menggunakan kemiringan sudut mata cangkul 110°.
6. Lakukan 3 kali pengujian, setiap pengujian dilakukan 3 kali pengulangan.
7. Matikan mesin agar berhenti beroperasi serta matikan *stopwatch* menandakan pengujian telah selesai dilakukan.
8. Ukur hasil kedalaman kegemburan tanah yang diperoleh dari hasil bajakan menggunakan jangka sorong dan catat hasil kedalaman sama waktu yang dibutuhkan.
9. Setelah selesai, buat laporan hasil pengujian berdasarkan hasil penggemburan dan waktu yang dibutuhkan.

Kriteria pengelompokan hasil penelitian yaitu sebagai berikut:

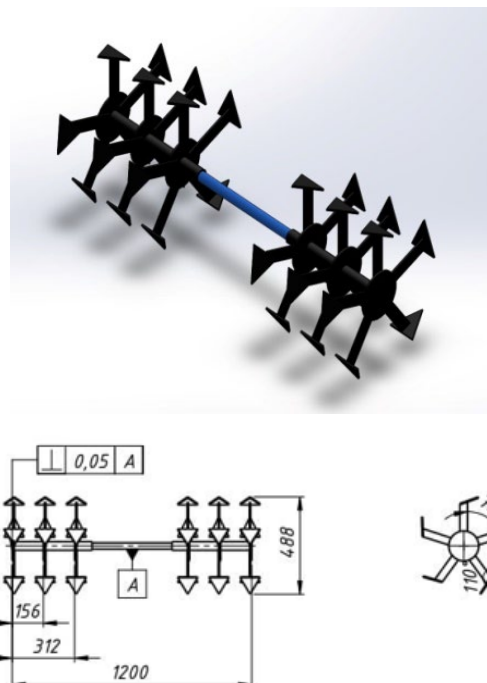
1. Hasil gemburan tanah yang baik untuk petani sayur-sayuran yaitu dengan kedalaman bajakan 8 cm, dapat diketahui melalui wawancara dan pengisian kuesioner kepada petani sayur-sayuran.
2. Mesin penggembur tanah berjalan dan berfungsi sesuai yang diinginkan.

3. Waktu pembajakan lebih cepat dibanding menggunakan alat pertanian tradisional.

Dalam perencanaan pembuatan dan perakitan konstruksi mesin ini dilakukan sebelumnya telah dibuat gambar desain dan perhitungannya sehingga mempunyai arah yang jelas dalam proses pengerjaan mesin yang akan dibuat. Proses perakitan dilakukan dengan menggabungkan bagian-bagian mesin hingga menjadi sebuah mesin yang utuh sesuai dengan yang sudah digambar dan dirancang dengan tahapan-tahapan proses yang telah ditentukan. Adapun proses pembuatan dan perakitan mesin sebagai berikut:

2.1 Konstruksi Bajak Penggembur Tanah

Berfungsi sebagai penggembur tanah, konstruksi penggembur tanah ini terdiri dari dua komponen yaitu poros dan mata bajak, poros berukuran panjang 1200 mm dengan diameter 1,25 inci dan mata bajak berbentuk segitiga sama kaki dengan lebar segitiga 100mm dan tebal 6 mm dengan kemiringan sudut mata bajak 110°. Pemilihan sudut 110 derajat karena telah dilakukan uji coba dengan sudut lancip (sudut kurang dari 90 derajat) mengalami kegagalan. Pada sudut itu mata bajak hanya berfungsi sebagai roda penggerak, mata bajak tidak mampu menggemburkan tanah. Konstruksi bajak penggembur tanah dapat dilihat pada Gambar 3.

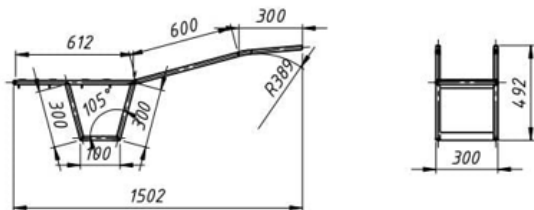
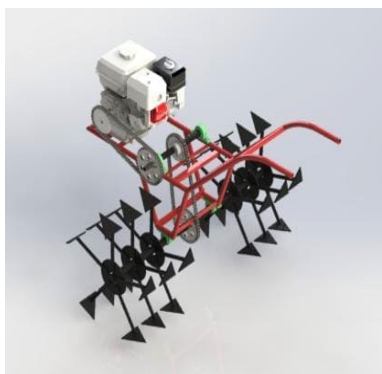


Gambar 3. Konstruksi Bajak Penggembur Tanah.

2.2 Rangka

Rangka berfungsi untuk penyangga komponen mesin dengan panjang 1510 mm lebar 1200 mm dan tinggi 810 mm. Untuk bahan

rangkanya sendiri yaitu menggunakan besi pipa 3/4 inci. Desain rangka, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangka Mesin

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Rancangan

Perhitungan perancangan dilakukan agar komponen yang digunakan pada mesin sesuai dengan standar yang diinginkan.

1. Torsi keluaran motor

Dalam pembuatan mesin penggembur tanah ini motor penggerak yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

$$N_{motor} = 3600 \text{ rpm}$$

$$P_{motor} = 4,847 \text{ watt}$$

Dari spesifikasi di atas torsi atau T_1 yang di keluarkan oleh motor akan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times 9,81 \text{ m/dt}^2 \times \frac{P_{motor}}{N_{motor}}$$

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times 9,81 \text{ m/dt}^2 \times \frac{4,847}{3.600}$$

$$= 12.864,665 \text{ N.mm}$$

Dari spesifikasi di atas dapatlah torsi yang di keluarkan oleh motor sebesar 12.864,665 N.mm.

2. Pemilihan sprocket

Pemilihan sprocket pada motor

$$\frac{n_3}{n_2} = \frac{d_3}{d_4}$$

d_3 = Diameter sproket pada poros
= 2,4 inci = 6,096 cm

d_4 = Diameter sproket pada poros roda
= 6 inci = 15,24 cm

n_3 = Putaran poros = 1800 rpm

n_2 = Putaran poros roda = rpm?

$$\frac{n_2}{n_3} = \frac{d_3}{d_4}$$

$$n_2 \times d_4 = n_3 \times d_3$$

$$n_2 \times 15,24 = 1800 \times 6,096$$

$$15,24 \times n_2 = 10.972,8$$

$$n_2 = 720 \text{ rpm}$$

Jadi hasil *output* dari motor bakar terhadap poros untuk menggerakkan poros roda sebesar 720 rpm.

3. Rasio pada sprocket

Rasio pada sprocket dapat dihitung sebagai berikut:

$$i_3 = \frac{n_1}{n_3}$$

$$i_3 = \frac{3600 \text{ rpm}}{1800 \text{ rpm}}$$

$$i_3 = \frac{2}{1}$$

Jadi rasio pada sprocket adalah 2:1

4. Torsi pada sprocket

Torsi pada sprocket dapat dihitung menggunakan persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$i_3 = \frac{T_4}{T_3}$$

$$i_3 = \frac{T_4}{12.864.580,1172 \text{ N.mm}}$$

$$T_4 = 12.864,665 \times 2$$

$$T_4 = 25.729,33 \text{ N.mm}$$

5. Diameter Minimal Pada Poros

Nilai diameter minimal poros degan τ (tegangan izin) = 83,33 N/mm²:

$$T_3 = \frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{25.729,33 \times 16}{3,14 \times 83,33}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{411.669,28}{261,65}}$$

$$d = \sqrt[3]{1.573,35}$$

$$d = 11,63 \text{ mm}$$

karena penelitian ini menggunakan poros material ST 37 diameter 25,4 mm, maka poros ini aman digunakan.

3.2 Data Hasil Pengujian

Dari pengujian dan pembuatan mesin penggembur tanah ini, didapatkan hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian.

No	Pengujian	Rata-Rata Hasil Kedalaman Bajak (cm)	Rata-Rata Waktu (s)
1.	1	9,76 cm	18,78 detik
2.	2	9,30 cm	16,91 detik
3.	3	11,26 cm	19,24 detik
Rata-rata		10,10 cm	18,31 detik

Berikut data hasil pengujian pada lahan seluas 28 m² dengan 3 kali pengujian. Pada percobaan pertama waktu yang dibutuhkan rata-rata 18,78 detik dengan rata-rata kedalaman bajakan 9,76 cm. Pada percobaan kedua waktu yang dibutuhkan rata-rata 16,91 detik dengan rata-rata kedalaman bajakan 9,30 cm. Pada percobaan ketiga waktu yang dibutuhkan rata-rata 19,24 detik dengan rata-rata kedalaman bajakan 11,26 cm. Dari tiga kali pengujian penggemburan tanah dengan menggunakan mesin penggembur tanah maka didapatkan produktivitas mesin penggembur tanah yaitu 18,31 m²/detik dengan kedalaman rata-rata 10,10 cm.

1. Produktivitas mesin penggembur tanah pengujian pertama yaitu:

Luas lahan uji coba : 10 m x 1,2 m = 12 m²
Waktu penggemburan : 18,78 detik

$$\frac{\text{Luas Lahan}}{\text{Waktu Penggemburan}} = \frac{12 \text{ m}^2}{18,78 \text{ detik}} = 0,63 \text{ m}^2/\text{detik}$$

Maka pada percobaan pertama produktivitas mesin untuk menggemburkan tanah seluas 12 m² yaitu 0,63 m²/detik dengan kedalaman cangkul rata-rata 9,76 cm.

2. Produktivitas mesin penggembur tanah pengujian kedua yaitu:

Luas lahan uji coba : 10 m x 1,2 m = 12 m²
Waktu penggemburan : 16,91 detik

$$\frac{\text{Luas Lahan}}{\text{Waktu Penggemburan}} = \frac{12 \text{ m}^2}{16,91 \text{ detik}} = 0,70 \text{ m}^2/\text{detik}$$

Maka pada percobaan kedua produktivitas mesin untuk menggemburkan seluas 12 m² yaitu 0,70 m²/detik dengan kedalaman cangkul rata-rata 9,3 cm.

3. Produktivitas mesin penggembur tanah pengujian ketiga yaitu:

Luas lahan uji coba : 10 m x 1,2 m = 12 m²
Waktu Penggemburan : 19,24 detik

$$\frac{\text{Luas Lahan}}{\text{Waktu Penggemburan}} = \frac{12 \text{ m}^2}{19,24 \text{ detik}} = 0,62 \text{ m}^2/\text{detik}$$

Maka pada percobaan ketiga produktivitas mesin untuk menggemburkan seluas 12 m² yaitu 0,62 m²/detik dengan kedalaman cangkul rata-rata 11,26 cm.

4. Produktivitas mesin penggembur tanah secara keseluruhan yaitu:

Luas lahan uji coba : 10 m x 2,8 m = 28 m²
Waktu penggemburan : 18,31 detik

$$\frac{\text{Luas Lahan}}{\text{Waktu Penggemburan}} = \frac{28 \text{ m}^2}{18,31 \text{ detik}} = 1,53 \text{ m}^2/\text{detik}$$

Maka produktivitas mesin untuk menggemburkan tanah seluas 28 m² yaitu 1,53 m²/detik dengan kedalaman cangkul rata-rata 10,10 cm.

Berikut ini beberapa analisa hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan :

1. Pada hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 3 kali pengujian pada tanah kering dimana 1 kali pengujian terdapat 3 kali pengulangan pada luas lahan keseluruhan 28 m² dengan luasan waktu yaitu 1,5288 m²/detik dengan rata-rata kedalaman 10,106 cm.
2. Tanah yang digemburkan dengan lebar bajakan keseluruhan 120 cm, lebar tanah yang terbajak 40 cm kiri dan kanan, 40 cm tidak terbajak karena terdapat jarak antar mata bajak kiri dan kanan.
3. Jarak antar tanah yang terbajak antara bekas bajakan depan dengan bajakan belakang yaitu 6,5 cm.
4. Tiga kali pengujian dimana pada satu kali pengujian terdapat tiga kali pengulangan. Pada percobaan pertama waktu yang dibutuhkan rata-rata 18,78 detik dengan rata-rata kedalaman bajakan 9,76 cm. Pada percobaan kedua waktu yang dibutuhkan rata-rata 16,91 detik dengan rata-rata kedalaman bajakan 9,30 cm. Pada percobaan ketiga waktu yang dibutuhkan rata-rata 19,24 detik dengan rata-rata kedalaman bajakan 11,26 cm. Dari tiga kali pengujian penggemburan tanah dengan menggunakan mesin penggembur tanah maka didapatkan produktivitas mesin penggembur tanah yaitu 18,31 m²/detik dengan kedalaman rata-rata 10,10 cm.
5. Setelah melakukan pengujian dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode tradisional produktivitas menggunakan cangkul yaitu 0,0027 m²/detik, sedangkan dengan menggunakan mesin penggembur tanah produktivitas mesinnya yaitu 1,53 m²/detik. Maka dengan menggunakan mesin penggembur tanah dapat mempercepat produktivitas penggemburan yaitu 5.508 m²/jam.
6. Semakin banyak pengulangan pada tanah yang digemburkan maka semakin maksimal hasil gemburan tanah yang dihasilkan.
7. Hasil proses kemiringan sudut pencangkulan antara mata cangkul dengan tanah dapat diukur dengan menggunakan *bevel protractor* yaitu 113° 50'.
8. Bobot mesin penggembur tanah mempengaruhi hasil penggemburan tanah karena semakin berat bobot mesin maka semakin berat tekanan pembajakan tanah dan semakin dalam hasil penggemburan tanah. Mesin yang digunakan yaitu motor bakar dengan daya 6,5 HP dengan berat 16 kg.

4. Kesimpulan

Mesin penggembur tanah yang dibangun memiliki spesifikasi dimensi keseluruhan yaitu panjang 1510 mm, lebar 1200 mm dan tinggi 810 mm (p x l x t). mesin digerakkan motor bakar dengan daya 6,5 HP dengan putaran maksimal mesin 3600 rpm. Mata bajak yang digunakan adalah tipe cangkul dengan kemiringan sudut 110 derajat. Mesin penggembur tanah yang telah dibangun berfungsi dengan baik. Mesin mampu menggemburkan tanah 1,53 meter persegi per detik. Total bobot mesin penggembur tanah adalah kurang lebih 16 kg. Kedalaman hasil penggemburan mencapai 10,10 cm. Dibandingkan dengan cara konvensional menggunakan mesin lebih cepat 500 kali dalam menggemburkan tanah. Penggemburan yang dilakukan berulang menghasilkan hasil penggemburan tanah yang lebih baik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada Universitas Bangka Belitung atas pendanaan penelitian melalui skema Penelitian Dosen Tingkat Universitas (PDTU) pada tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, M.Z., Saparin, Setiawan, Y., & Wijianti, E. S. (2023). Design of Bajakah Root Chopping Machine Into Tea Powder. *Austenit*, 15(2), 139-143. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10155732>
- Anton, S, 2015. *Alat dan Mesin Pertanian. Buku Teks Bahan Ajar Siswa Kementerian Pertanian Badan Penyuluhan Dan Pengembangan Sdm Pertanian.*
- Caturtyo, S. 2020. *Modifikasi Mesin Penghalus Lada Dengan Daya Motor Listrik 1 Hp.* Skripsi. Universitas Bangka Belitung.
- Djafar, R., Djamalu, Y., & Antu, E. S. 2017. *Desain dan Pengujian Sprayer Gulma Tipe Dorong.* *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 2(2).
- Furqoni., M, R, 2020. *Jenis Pekerjaan Dalam Kerja Bangku.* <https://teknikece.com/kerja-bangku/>. Di akses pada 6 febuari 2023.
- Ginting, G. 2019. *Modifikasi Pisau Alat Pemotong Rumput Tipe Gendong Menjadi Alat Penggembur Tanah Jenis Rotary Mini Tiller* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Hermantoro, 2011. *Teknologi Inovatif Irigasi Lahan Kering dan Lahan Basah – Studi Kasus Untuk Tanaman Lada Perdu, Agroteknose*, Vol. 5, No. 1, hal. 37-44.
- Hidayat, A. 2020. *Rancang Bangun Mesin Bending Roll Menggunakan Motor Listrik 1 Hp.* Skripsi. Universitas Bangka Belitung.
- Hidayat, R. 2021. *Pembuatan Roda Mesin Penggembur Tanah* (Doctoral dissertation, DIII Teknik mesin Politeknik Harapan Bersama).
- Hutabarat, R, JF. R, 2019. *Mesin Pemotong Rumput dan Penggembur Tanah Pada Lahan Perkebunan.* Proyek Akhir. Politeknik Caltex. Pekanbaru.
- Khaidir, A. M., Andriawan, A., & Feprianti, I. 2021. *Pembuatan Mesin Penggembur Tanah Untuk Lahan Kering* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- Mardinata, Z., & Zulkifli, Z. 2014. *Analisis Kapasitas Kerja dan Kebutuhan Bahan Bakar Traktor Tangan Berdasarkan Variasi Pola Pengolahan Tanah, Kedalaman Pembajakan dan Kecepatan Kerja.* *Agritech*, 34(3), 354-358.
- Nasution, M, Zuanda., Sari, D, Y., Nabawi, R, A., Rifelino. 2022. *Metode Perancangan Produk Dalam Teknik Mesin.* *Jurnal Review*, 4(3): 20-26.
- Pasaribu, H. 2021. *Strategi Pemasaran Produk Hortikultura Sayuran Di Koperasi Samosir Kasih Sinergi.* Skripsi. Politeknik Wilmar Bisnis Indonesia Deli Serdang, Sumatera Utara. Deli Serdang.
- Pranata, F, A. 2021. *Rancang Bangun Mesin Pencacah Daun Pelawan Portable Dengan Variasi Kemiringan Sudut Mata Pisau.* Skripsi. Universitas Bangka Belitung.
- Sembiring, M.T., Wahyuni, D., & Tarigan, I.R., 2017. *Perancangan Alat Penggembur Tanah Untuk Petani Palawija* (Studi Kasus pada Desa Kubu Colia Kabupaten Karo), *ABDIMAS TALENTA*, Vol. 2, No. 1, hal. 32-36.
- Sibua, C. S., Kamagi, Y., Montolalu, M., & Kumolontang, W. 2013. *Aliran Permukaan Pada Teknik Konservasi Tanah Guludan di Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur.* In *COCOS* (Vol. 3, No. 5).
- Surya, D, 2020. *Pengaruh Kemiringan Mata Pisau Terhadap Produktivitas Mesin Pencacah Pelepah Sawit.* Universitas Bangka Belitung.
- Une, S., Akuba, S., & Liputo, B. 2021. *Rancang Bangun Mesin Penggembur Tanah Menggunakan Mesin Pemotong Rumput.* *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 6(2), 52-56.
- Utama, Christianto. 2023. *Pipa Besi Dan Galvanis.* <https://artikel.rumah123.com/6-Harga-Pipa-Besi-Hitam-Dan-Galvanis-Terlengkap-2022-123806>. Diakses Pada 03 Februari 2023.
- Warta, R. D. 2019. *Modifikasi Pisau Alat Pemotong Rumput Tipe Gendong Menjadi Alat*

Penggembur Tanah Jenis Roda Besi Bersirip
(Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).

Zulfikar, Alya. *Daftar Harga Plat Besi Semua Jenis Dan Ukuran Terbaru Tahun 2022*.
<https://Berita.99.Co/Daftar-Harga-Plat-Besi/>.
Diakses Pada 3 Februari 2023.