

Optimalisasi dan pengembangan mesin penggembur tanah inovatif untuk meningkatkan produktivitas lahan kering

Ahmad Nurul Muttaqin, Uswatul Hasanah Mihdar, Rusdi Nur

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jalan Perintis Kemerdekaan, KM. 10, Tamalanrea, Makassar 90245
Email korespondensi: ahmadnurulmuttaqin@poliupg.ac.id

Abstrak

Tujuan dari kajian ini adalah untuk membuat mesin penggembur tanah yang efektif dan dapat digunakan di lahan kering. Diharapkan mesin ini akan meningkatkan produktivitas dan mengurangi beban kerja manusia dalam pekerjaan pertanian dan konstruksi. Sebelum tahap perakitan fisik, perangkat lunak Autodesk Fusion 360 digunakan untuk perakitan virtual dalam proses perakitan mesin. Rangka dudukan motor bakar dihubungkan dengan rangka utama selama proses perakitan. Selain itu, poros dua dan roda menerima sproket, dan pengencang sabuk juga dipasang. Mesin ini memiliki mata pisau yang digunakan untuk menggemburkan tanah dengan cepat. Pengujian mesin dilakukan pada lahan kering seluas 30 meter persegi, dengan waktu operasional rata-rata sekitar 229,3 detik per pengujian. Mesin ini menunjukkan efisiensi waktu yang lebih tinggi dibandingkan dengan model sebelumnya. Selain itu, elemen yang perlu dievaluasi secara menyeluruh dalam kajian ini termasuk daya tahan, biaya operasional, kemudahan perawatan, dan dampak lingkungan. Mesin pengembangan ini memiliki banyak potensi untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi proses penggemburan tanah di lahan kering. Hasil kajian ini diharapkan dapat membantu kemajuan teknologi di industri pertanian dan konstruksi Indonesia.

Kata kunci: mesin penggembur tanah, lahan kering, perakitan, efisiensi, produktivitas.

Abstract

The creation of a soil-loosening device that works well on dry terrain is the goal of this study. With this equipment, perhaps, human labor in construction and agriculture will be reduced and productivity will rise. In the machine assembly process, virtual assembly is carried out using Autodesk Fusion 360 software prior to the actual assembly phase. During assembly, the mounting frame for the combustion engine is joined to the main frame. Furthermore, sprockets are mounted on the two axles and wheels, and belt tensioners are added. This machine's blade is used to swiftly loosen the dirt. An area of thirty square meters was tested by machines on dry land, and each test took an average of 229.3 seconds to complete. The machine's time efficiency is greater than that of the earlier variants. In addition, factors including longevity, running costs, simplicity of maintenance, and environmental effect need to be carefully considered in this study. This development tool has a great deal of potential to improve the efficiency and productivity of the dry land soil loosening process. The research findings are expected to contribute to technological advancements in Indonesia's building and agriculture sectors.

Keywords: soil cultivator machine, dry land, assembly, efficiency, productivity.

1. Pendahuluan

Pertanian memiliki peran strategis dalam perekonomian Indonesia, dan lahan kering merupakan bagian penting dari lahan pertanian di negara ini. Wilayah-wilayah dengan iklim kering atau semi kering, seperti di beberapa bagian Pulau Jawa, Nusa Tenggara, Sulawesi, dan bagian timur Indonesia lainnya, seringkali mengalami tantangan dalam pertanian karena kondisi tanah yang tidak optimal [1]. Beberapa masalah yang umum dihadapi di lahan kering Indonesia termasuk rendahnya kualitas tanah, erosi, dan deforestasi yang mengurangi kesuburan tanah [2].

Kondisi tanah yang kurang baik ini menyebabkan rendahnya produktivitas pertanian di lahan kering, menghambat kemandirian pangan, dan dapat mengakibatkan migrasi petani ke kota-kota besar untuk mencari penghidupan yang lebih baik. Di sisi lain, Indonesia merupakan salah satu negara dengan

keanekaragaman hayati yang kaya, dan melestarikan sumber daya alam serta menjaga lingkungan menjadi perhatian utama untuk mencapai pertanian berkelanjutan [3].

Salah satu langkah yang penting untuk mengatasi tantangan pertanian di lahan kering Indonesia adalah dengan menggunakan teknologi yang tepat dan inovatif, seperti mesin penggembur tanah khusus untuk lahan kering. Pengembangan dan penerapan mesin penggembur tanah yang sesuai dengan kondisi lahan kering Indonesia akan menjadi langkah maju dalam meningkatkan produktivitas pertanian dan meningkatkan kesejahteraan petani di wilayah ini.

Dengan adanya mesin penggembur tanah yang sesuai dengan kondisi lahan kering, petani di Indonesia dapat meningkatkan kualitas tanah, memperbaiki tekstur tanah yang keras, dan meningkatkan kesuburan tanah secara keseluruhan [4]. Hal ini akan berdampak positif pada peningkatan hasil panen dan pendapatan

petani, yang pada gilirannya akan meningkatkan ketahanan pangan di Indonesia.

Selain itu, dengan menggunakan mesin penggembur tanah yang ramah lingkungan, Indonesia dapat melangkah menuju pertanian berkelanjutan yang menjaga keseimbangan ekosistem dan keanekaragaman hayati. Penggunaan mesin yang tidak merusak lingkungan dan memperbaiki kualitas tanah akan membantu mengurangi deforestasi, erosi, dan kerusakan lingkungan lainnya yang sering terjadi di lahan kering [5].

Melalui kajian dan pengembangan sebelumnya, untuk menciptakan mesin penggembur tanah yang inovatif dan efisien untuk lahan kering di Indonesia [6]. Mesin ini dirancang khusus untuk mengoptimalkan tekstur tanah yang keras, meningkatkan drainase dan retensi air, serta memperbaiki sirkulasi udara di bawah permukaan tanah. Dengan demikian, diharapkan mesin ini akan membantu meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman secara maksimal.



Gambar 1. Desain mesin penggembur tanah [6].

Dengan menggunakan mesin ini, petani dapat memperbaiki kualitas tanah dengan lebih mudah dan efisien, tanpa harus mengandalkan bantuan luar atau menggunakan metode tradisional yang cenderung lebih lambat dan tidak efektif.

Selain itu, mesin ini juga akan membantu mengurangi ketergantungan petani pada penggunaan pupuk kimia dan bahan kimia lainnya, sehingga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan pertanian. Dengan demikian, pengembangan mesin penggembur tanah juga sejalan dengan upaya global untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan, khususnya dalam hal pertanian berkelanjutan dan perlindungan lingkungan [7].

Lebih dari sekadar sebuah proyek teknologi, pengembangan mesin penggembur tanah juga mencerminkan semangat gotong royong dan kolaborasi dalam mencari solusi bagi permasalahan yang dihadapi oleh petani di wilayah lahan kering Indonesia. Dengan berkomitmen untuk mengatasi tantangan pertanian di lahan kering, mereka menunjukkan bahwa inovasi dan penelitian juga dapat datang dari tingkat lokal, dan setiap individu atau

kelompok dapat berkontribusi dalam memajukan sektor pertanian negara ini.

2. Metode

Proses pembuatan alat ini dilaksanakan mulai dari bulan November 2022 hingga Juni 2023 di Bengkel Las, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam rangka mengembangkan Mesin Penggembur Tanah, desain komponen dikonstruksi menggunakan perangkat lunak Autodesk Fusion 360 (*Educational Licence*).

Selama proses pembuatan Mesin Penggembur Tanah, digunakan gabungan dari komponen khusus yang telah dibuat dan komponen standar yang tersedia secara umum di pasaran. Daftar bahan yang digunakan untuk kedua jenis komponen tersebut ditampilkan di Tabel 1 berikut.

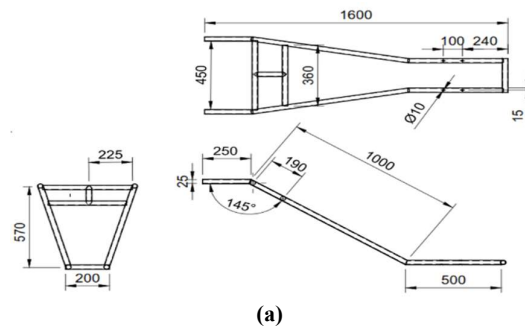
Tabel 1. Kebutuhan bahan.

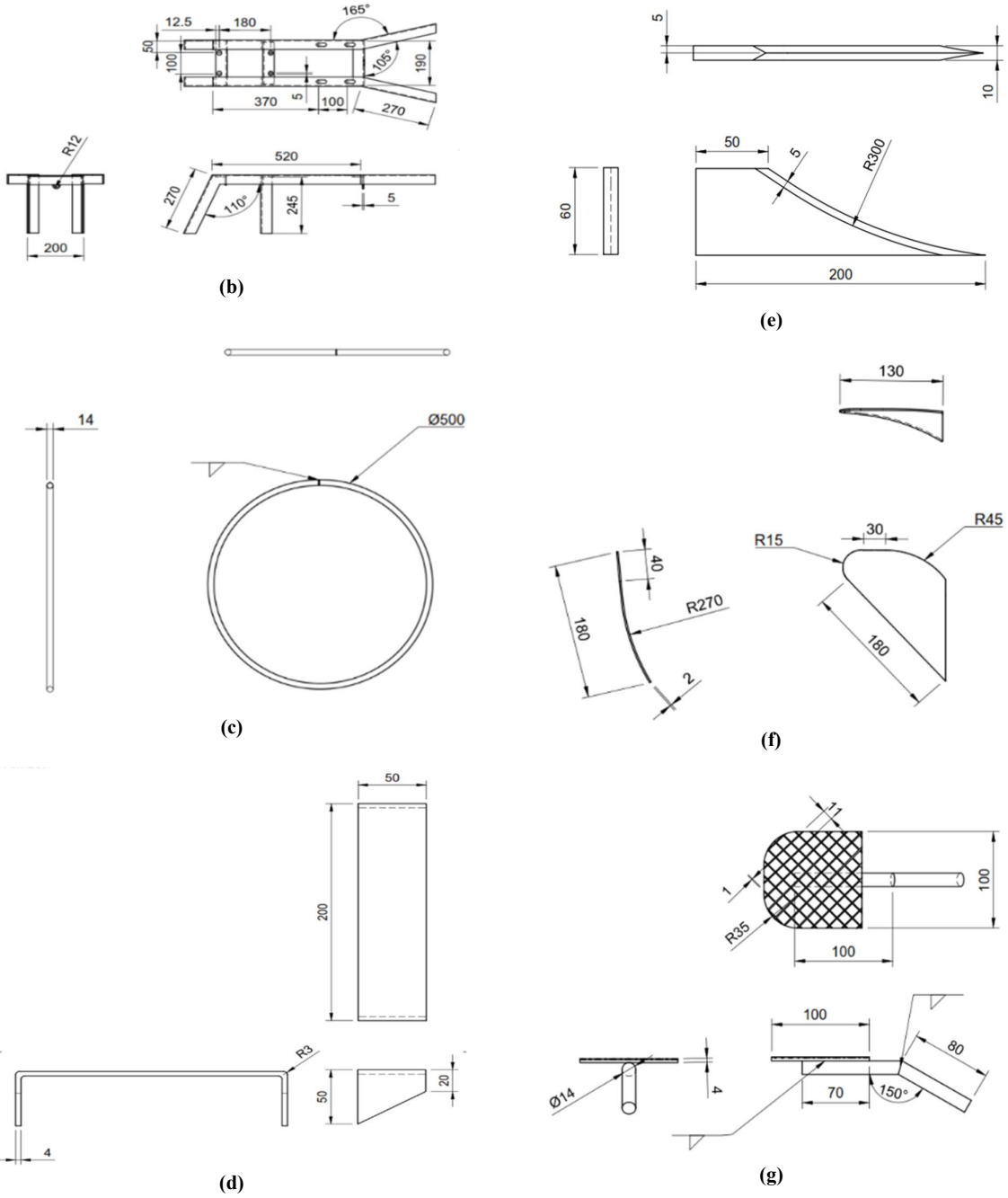
Ukuran Bahan	Nilai
Diameter besi pipa	25,4 mm dan 33 mm
Dimensi besi siku	40 x 40 x 3 mm
Diameter besi beton	14 mm
Diameter flange	6 inci

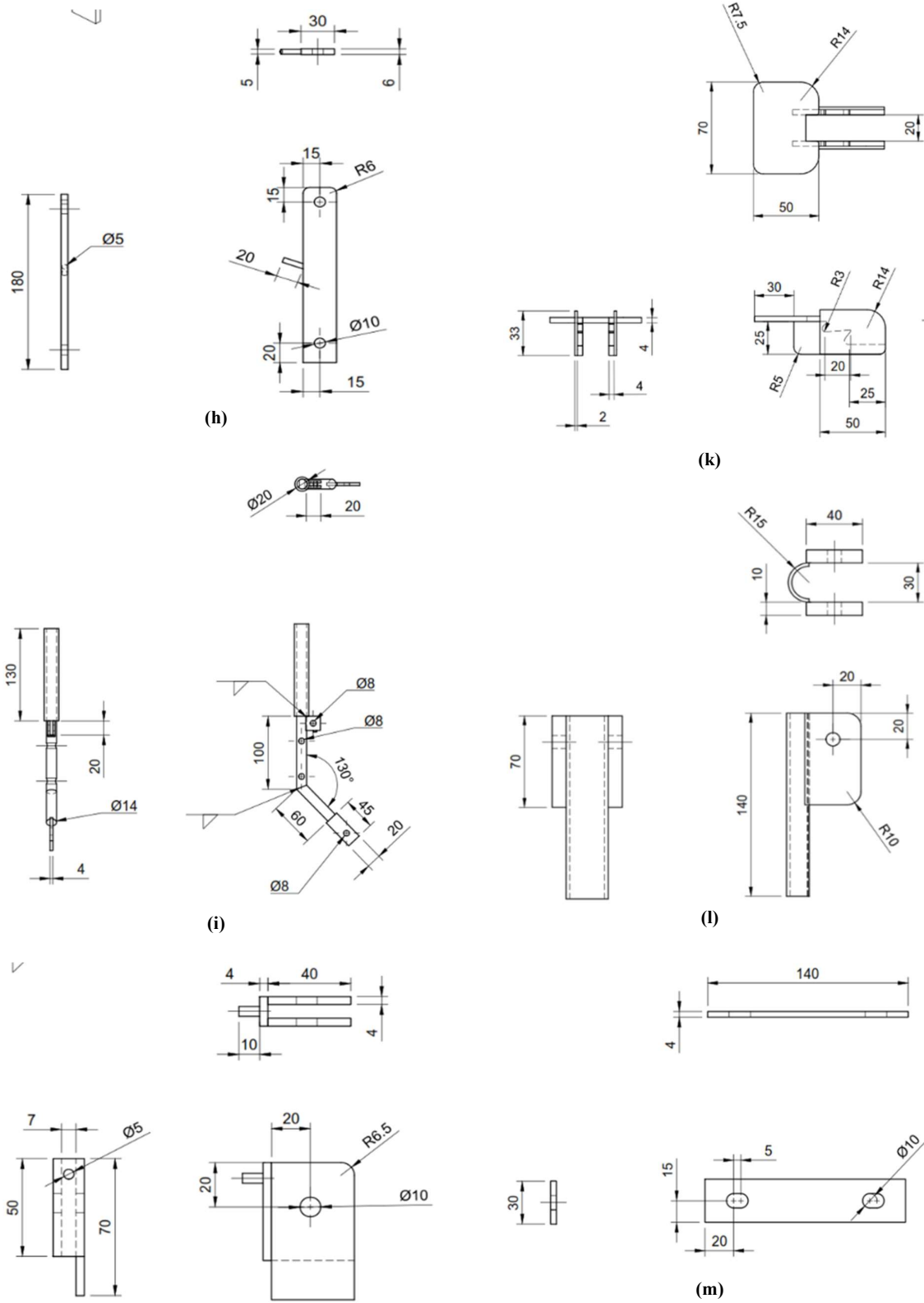
Peralatan yang dipergunakan meliputi poros, belt, pulley, bearing, motor listrik, dan mata pisau [8].

3. Hasil dan Pembahasan

Perangkat lunak Autodesk Fusion 360 digunakan untuk membuat desain mesin penggembur tanah [9],[10]. Komponen-komponen dirancang menggunakan ukuran millimeter (mm) sesuai dengan Gambar 2 berikut.



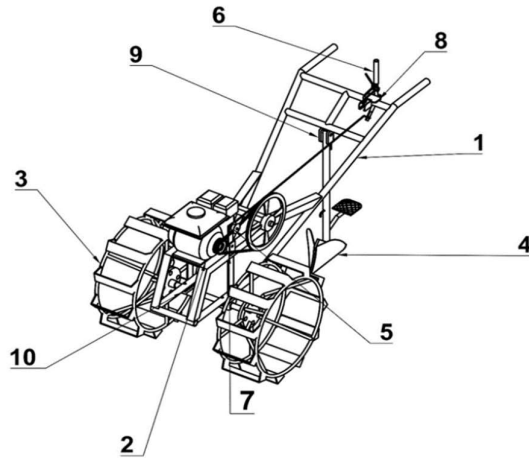




Gambar 2. Desain (a) rangka mesin, (b)udukan motor penggerak, (c) lingkaran roda mesin, (d) sirip roda, (e) mata pisau, (f) daun pisau, (g) injakan pisau, (h) pengencang sabuk, (i) handle tuas, (j) pengencang sabuk, (k) penahan tuas 1 pengencang sabuk, (l) penahan tuas 2 pengencang sabuk, dan (m) plat dudukan bearing.

Proses Pembuatan dan Perakitan Mesin Penggembur Tanah

Proses pembuatan dan perakitan komponen mesin penggembur tanah dimulai dengan menggunakan perangkat lunak Autodesk Fusion 360 [11] untuk melakukan perakitan virtual sebelum dilaksanakan perakitan fisik. Gambar 3 menunjukkan hasil dari perakitan tersebut:



Gambar 3. Perakitan mesin penggembur tanah dengan perangkat lunak.

Berikut adalah komponen yang terdapat dalam Gambar 3 sebagai berikut: (1) rangka utama; (2) dudukan motor penggerak; (3) roda mesin penggembur; (4) mata pisau penggembur; (5) pengencang sabuk; (6) tuas pengencang sabuk; (7) engsel pengencang sabuk; (8) penahan tuas pengencang sabuk; (9) engsel mata pisau; (10) plat dudukan bearing.

Proses perakitan merupakan tahap krusial dalam pembuatan mesin penggembur tanah, di mana setiap komponen disusun dan digabungkan menjadi bentuk yang sesuai dengan perencanaan. Berikut adalah langkah-langkah dalam proses perakitan mesin penggembur tanah. Pertama, menghubungkan rangka dudukan motor bakar dengan rangka utama menggunakan mesin las listrik. Kemudian, memasang sproket pada poros dua dan mengikat poros roda dengan baut M10. Kemudian, memasang bearing UCP205 pada poros dengan palu besi. Kemudian, memasang bearing pada rangka dudukan motor dan rangka utama dengan baut M8. Kemudian, memasang penegang sabuk pada dudukan motor. Kemudian, memasang tuas pengencang sabuk pada rangka utama. Kemudian, memasang tali gas pada mesin motor penggerak yang kemudian dihubungkan dengan handle. Kemudian, menghubungkan pulley mesin dan pulley poros kedua dengan menggunakan sabuk B55. Kemudian, menghubungkan poros kedua dengan poros roda menggunakan rantai.

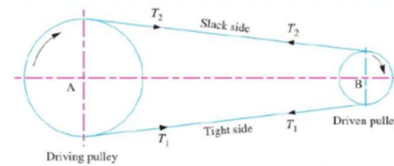


Gambar 4. Hasil perakitan komponen mesin penggembur tanah.

Pemilihan Sabuk

Hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan sabuk yang akan digunakan adalah putaran pulley pada motor penggerak yang akan ditransmisikan melalui sabuk ke pulley poros yang digerakkan. Panjang sabuk yang akan digunakan adalah 53,74 inci, maka sabuk yang digunakan adalah sabuk jenis V tipe B 54. Penentuan panjang sabuk menggunakan Persamaan (1) berikut, beserta ilustrasi yang ditunjukkan pada Gambar 5 berikut [12].

$$\pi(r^1 + r^2) = 2x + \frac{(r^1+r^2)^2}{x} \quad (1)$$



T_1 = Tegangan sisi ketat (*tight side*) sabuk (N)
 T_2 = Tegangan sisi longgar (*slack side*) sabuk (N)
 r_1 dan r_2 = Jari-jari puli penggerak dan puli pengikut (m)
 v = Kecepatan linear sabuk (m/s)

Gambar 5. Ilustrasi perhitungan sabuk [12].

Pemilihan Pulley

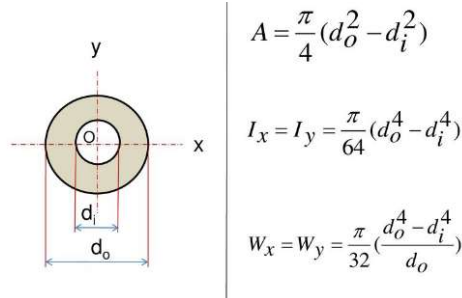
Pada perencanaan ini, digunakan pulley alur V dalam jumlah 2 buah, yaitu satu untuk pulley penggerak pada poros motor dan satu untuk pulley pada poros dua. Motor penggerak tersedia dengan putaran (N_1) 1400 rpm. Sedangkan, kecepatan putaran pulley pada poros dua (N_2) direncanakan lebih lambat daripada putaran motor, sehingga harus disesuaikan dengan diameter pulley pada poros dua (d_2). Diameter nominal pulley yang digunakan pada motor adalah 3 inci (7,62 cm). Hasil yang didapatkan sebesar 323 rpm. Pemilihan pulley dapat ditentukan menggunakan Persamaan (2) berikut [13].

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{d_1}{d_2} \quad (2)$$

Momen Tahanan Bengkok

Momen tahanan bengkok yang didapatkan sebesar 2288 m² menggunakan Persamaan (3) berikut, beserta ilustrasi yang ditunjukkan pada Gambar 6 berikut [14].

$$\frac{\pi(d_o^4 - d_i^4)}{32d_o} \tag{3}$$



Gambar 6. Ilustrasi perhitungan momen tahanan bengkok.

Perencanaan Daya Motor

Sesuai dengan Persamaan (4) berikut [15], jumlah daya yang digunakan untuk motor disesuaikan dengan jumlah daya yang tersedia untuk 10 HP berdasarkan daya yang dimaksudkan.

$$Pd = Fc (T \times \omega) \tag{4}$$

Hasil Pengujian Mesin Penggembur Tanah

Dalam kajian ini, dilakukan pengujian penggemburan tanah untuk membandingkan waktu penggemburan dengan mesin sebelumnya yang telah dibuat dengan mesin penggembur tanah yang dikembangkan sebagai pembanding [6]. Berikut adalah Tabel 2 yang menunjukkan hasil pengujian menggunakan mesin penggembur tanah.

Tabel 2. Hasil pengujian mesin penggembur tanah [6].

N	A (m ²)	T (s)	Kinerja (m ² /s)
1	30	268	0,112
2	30	260	0,115
3	30	257	0,117
Rata-rata		261,67	0,115

Tabel 2 menunjukkan bahwa *N* adalah jumlah pengujian, *A* adalah luasan (m²), dan *T* adalah lama pengujian (s).

Dalam pengujian mesin yang telah dikembangkan, dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan menggunakan tanah seluas 30 meter persegi (30 m²). Pengujian ini bertujuan untuk mengumpulkan data dan hasil pengujian dari mesin penggembur tanah yang telah dikembangkan. Data waktu yang diperoleh akan digunakan untuk membandingkan kinerja mesin tersebut dengan mesin sebelumnya yang telah dibuat sebagai pembanding [6].

Hasil pengujian akan memberikan informasi tentang efisiensi dan kinerja mesin penggembur tanah dalam

menggemburkan tanah kering pada luas lahan tertentu. Dengan mengetahui waktu yang dibutuhkan, dapat dievaluasi apakah mesin tersebut efektif dan dapat memberikan produktivitas yang lebih baik dibandingkan dengan mesin sebelumnya. Hasil pengujian tersebut juga akan menjadi dasar untuk melakukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut pada mesin penggembur tanah agar dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi pekerjaannya.

Selain itu, dengan menggunakan tanah kering dalam pengujian, hasil yang diperoleh juga dapat memberikan gambaran tentang kemampuan mesin penggembur tanah dalam mengatasi tantangan tanah kering yang seringkali lebih padat dan keras dibandingkan dengan tanah basah. Pengujian ini akan memberikan data dan informasi yang penting dalam rangka pengembangan teknologi pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan, khususnya dalam menghadapi masalah lahan kering yang sering dihadapi oleh petani di Indonesia. Tabel 3 berikut menunjukkan hasil pengujian pengembangan mesin penggembur tanah.

Tabel 3. Hasil pengujian pengembangan mesin penggembur tanah.

Jumlah Pengujian	A (m ²)	T (s)
1	30	225
2	30	220
3	30	243
Rata-rata		229,3

Dalam perbandingan antara mesin penggembur tanah yang telah dikembangkan dan mesin pembanding, hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin pengembangan memerlukan rata-rata waktu pengoperasian sebesar 229,3 detik, sedangkan mesin pembanding memerlukan rata-rata waktu 261,6 detik untuk setiap pengoperasian pada luas tanah yang sama, yaitu 30 m².

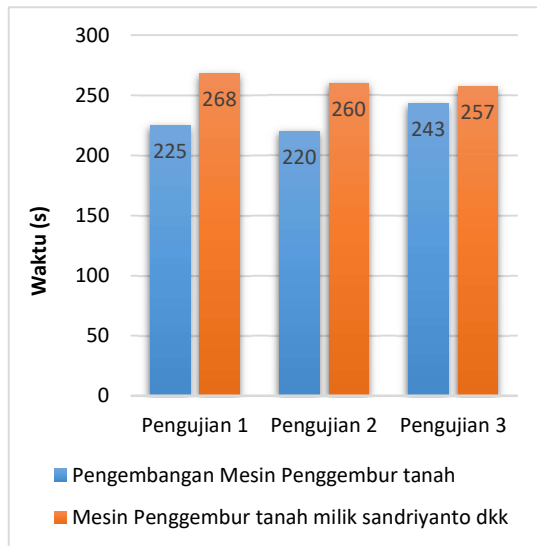
Berdasarkan perbandingan tersebut, mesin pengembangan memiliki kinerja yang lebih baik dalam hal efisiensi waktu dibandingkan dengan mesin pembanding. Waktu yang lebih rendah pada mesin pengembangan menunjukkan bahwa mesin tersebut dapat menggemburkan tanah dengan lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan mesin pembanding. Hal ini tentu menjadi keunggulan yang signifikan, karena dengan waktu pengoperasian yang lebih singkat, mesin pengembangan dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam proses penggemburan tanah.

Selain itu, perbedaan waktu pengoperasian juga dapat menunjukkan adanya peningkatan dalam desain atau teknologi pada mesin pengembangan. Rata-rata waktu yang lebih rendah dapat mengindikasikan penggunaan komponen yang lebih efisien, kekuatan

dan ketahanan material yang lebih baik, atau perbaikan pada mekanisme pengoperasian mesin.

Selain perbandingan waktu pengoperasian, perlu juga diperhatikan aspek lain dalam mengkaji kualitas mesin penggembur tanah, seperti daya tahan, biaya operasional, dan kemudahan perawatan. Mesin pengembangan yang memiliki waktu pengoperasian lebih singkat dapat menjadi faktor penting, terutama dalam pekerjaan skala besar atau proyek yang memiliki batas waktu ketat. Namun, perlu dilakukan evaluasi menyeluruh untuk menilai keseluruhan performa mesin, termasuk keandalan dan efektivitasnya dalam kondisi yang berbeda, baik tanah kering maupun basah. Mesin penggembur tanah yang memiliki biaya operasional yang rendah dan perawatan yang mudah juga akan menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan mesin untuk digunakan dalam konteks pertanian atau konstruksi. Penggunaan teknologi yang ramah lingkungan juga menjadi faktor krusial mengingat pentingnya upaya untuk menjaga keberlanjutan lingkungan dan meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem.

Oleh karena itu, selain perbandingan waktu pengujian, aspek-aspek lain yang relevan juga perlu dipertimbangkan dalam mengevaluasi dan memilih mesin penggembur tanah yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penggunaan. Gambar 7 berikut menunjukkan hasil pengujian mesin penggembur tanah yang dikembangkan dengan mesin pembanding.



Gambar 7. Hasil pengujian mesin penggembur tanah yang telah dikembangkan dan mesin penggembur tanah pembanding.

4. Kesimpulan

Mesin penggembur tanah yang telah dikembangkan menunjukkan performa yang lebih baik dalam hal efisiensi waktu dibandingkan dengan mesin pembanding. Rata-rata waktu pengoperasian yang lebih rendah pada mesin pengembangan menandakan

bahwa mesin ini dapat menggemburkan tanah dengan lebih cepat dan efisien. Hal ini berpotensi meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam proses penggemburan tanah, terutama dalam pekerjaan skala besar atau proyek dengan batas waktu ketat.

Meskipun demikian, dalam memilih mesin penggembur tanah, perlu dipertimbangkan aspek lain seperti daya tahan, biaya operasional, kemudahan perawatan, dan dampak lingkungan. Evaluasi menyeluruh dan perbandingan lebih luas diperlukan untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif tentang kualitas dan performa keseluruhan mesin. Mesin penggembur tanah yang memiliki biaya operasional yang rendah, mudah perawatannya, serta ramah lingkungan akan menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan mesin yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penggunaan.

Oleh karena itu, mesin penggembur tanah yang telah dikembangkan menunjukkan potensi yang baik dalam meningkatkan efisiensi kerja dalam proses penggemburan tanah. Namun, dalam praktiknya, pemilihan mesin harus didasarkan pada evaluasi menyeluruh, mempertimbangkan seluruh aspek yang relevan, dan memahami kebutuhan dan tantangan yang dihadapi dalam konteks penggunaannya. Dengan demikian, pengembangan teknologi pertanian seperti mesin penggembur tanah dapat terus ditingkatkan untuk mendukung pertanian yang lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan di Indonesia.

Ucapan Terima Kasih

Keberhasilan kajian ini dapat terwujud berkat kerja sama dan bantuan berbagai pihak dan organisasi. Kami ingin menyampaikan terima kasih yang tulus kepada Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang atas semua bantuan mereka dalam penelitian kami, termasuk fasilitas, sumber daya, dan nasihat akademik. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada para profesor, dosen, dan pembimbing akademik kami atas panduan dan wawasan penting mereka yang telah membuat proyek ini berhasil. Komitmen mereka terhadap keberhasilan akademik telah menjadi sumber motivasi yang konsisten.

Kami juga berterima kasih kepada rekan-rekan sejawat dan peneliti lainnya atas bantuan dan kerja sama mereka dalam membuat kajian ini menjadi usaha tim dengan berbagi pengetahuan mereka. Kualitas penelitian kami telah meningkat berkat upaya bersama mereka. Selain itu, kami ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada pegawai administratif dan teknis Jurusan Teknik Mesin atas dukungan berkelanjutan mereka dan bantuan dalam berbagai tugas kami.

Terakhir, kami ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada teman-teman dan keluarga kami atas dukungan dan kesabaran mereka sepanjang tahap-

tahap yang penuh tantangan dalam kajian ini. Kerja sama dan bantuan dari semua pihak di atas adalah kunci keberhasilan kajian ini. Kami menghargai kontribusi penting Anda dalam proyek ilmiah ini.

Daftar Pustaka

- [1] W. Susena and Prabawayudha, 2022. “Buku Ajar Klimatologi Pertanian Program Studi Tata Air Pertanian-Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh”.
- [2] I. D. A. S. Purnami, T. B. Kusmiyarti, and K. D. Susila. 2015, “Evaluasi Status Kesuburan Tanah Pada Lahan Pertanian di Kecamatan Denpasar Selatan,” E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika, vol. 4, no. 4, pp. 1–11, [Online]. Available: <http://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT>
- [3] S. Nurbaya, 2020. LINGKUNGAN HIDUP INDONESIA.
- [4] Syamsinar, 2015. “PERSEPSI PETANI TERHADAP TEKNOLOGI PENGOLAHAN TANAH (HAND TRAKTOR) DI DESA LANTANG”.
- [5] Muhsanati, Yulnafatmawita, and Aprisal, 2019. PERSPEKTIF PERTANIAN TROPIKA BASAH: POTENSI DAN TANTANGANNYA DALAM RANGKA PERTANIAN BERKELANJUTAN. Accessed: Jul. 03, 2023. [Online]. Available: https://faperta.unand.ac.id/Unduhan/Publikasi/Perspektif_Pertanian_Tropika_Basah-OK.pdf
- [6] S. Une et al., 2021. “Rancang Bangun Mesin Penggembur Tanah Menggunakan Mesin Pemotong Rumput”.
- [7] R. Heriawan, I. Las, and H. Soeparno, 2018. “Sinergi Sistem Penelitian dan Inovasi Pertanian Berkelanjutan”. Accessed: Jul. 03, 2023. [Online]. Available: <https://repository.pertanian.go.id/bitstreams/21983ba5-d1c1-4a73-b5cb-46fd2ee66dd1/download>
- [8] A. A. Kharisma and M. Dikta Ajiwiratama, 2023. “Pengaruh kekuatan mata pisau mesin pencacah kompos menggunakan metode finite element analysis,” *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 18, no. 1, pp. 90–95.
- [9] Tutorial Books, 2021. *Autodesk Fusion 360 For Beginners June 2*
- [10] G. Verma and S. Malik, 2018. *Autodesk Fusion 360 Black Book*.
- [11] F. A. Nurgesang, M. Ridlwan, and Y. T. Imansyah, 2021. “Desain, analisis aerodinamika, dan pemodelan mobil mikro berdasarkan antropometri tubuh orang Indonesia,” *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 16, no. 1, pp. 35–43.
- [12] Y. Dea Novitasari, 2018. “PERHITUNGAN ULANG TRANSMISI SABUK DAN PULI SERTA PEMILIHAN ALTERNATOR PADA KINETIC FLYWHEEL CONVERTION I (KFC I) UNTUK MEMAKSIMALKAN KERJA ALAT DI TERMINAL BBM SURABAYA GROUP -PERTAMINAPERAK”.
- [13] H. Mahmudi, 2021. “Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacah,” *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 4, no. 1, pp. 40–46.
- [14] Sanda, J. Sumanto, and A. Jalil, 2015. “ALTERNATIF PERANCANGAN SISTEM MEKANIK PERANGKAT RENOGRAF DAN THYROID UPTAKE TERPADU,” *Jurnal Perangkat Nuklir*, vol. 9, no. 2, pp. 1–11.
- [15] Y. S. Angraini and D. Febrinaldi, 2021. “Perancangan grass cutting machine 4 pisau multifungsi kapasitas 50 kg/jam,” *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 16, no. 1, pp. 11–13, [Online]. Available: <http://www.pakanternak.blogspot.com>.