

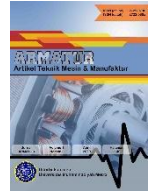


Contents list available at [Sinta](https://sinta)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>



Peningkatan Performa Mesin Panen dan Pruning Tanaman Kelapa Sawit Melalui Modifikasi Mesin dengan Motor DC

Sandi Kurniawan^{1*}, Yudha Ari Purnama², Asrul³, Bayu Ari Rahman⁴

¹Program Studi Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif, Fakultas Pendidikan Teknik, IKIP PGRI KALTIM, Jalan Suwandi Blok C 23 Kota Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:
Improvement
Machine Performance
Modification of Harvesting
and Pruning Machine
Oil Palm Plant

ABSTRACT

Oil palm plants are one of the plantation commodities that make a major contribution to the country's foreign exchange earnings and economic growth. However, the process of harvesting and pruning mostly still uses manual equipment so it takes a long time. The development of oil palm harvesting and pruning machines has begun using 2-stroke engines as the driving force, but there are still shortcomings due to high exhaust emissions, noise, and its contribution to environmental pollution. Modifying the machine with a DC motor is favored as an innovation to overcome these problems, especially in the stability of usage costs and environmental pollution. Efforts to increase the stability of machine usage costs and reduce environmental pollution are carried out through modifications to mechanical components and their driving sources. This research will be able to produce products and analysis data related to the performance of machine modifications with DC motors. This research uses a quantitative approach with a quasi-experimental research type. The stages in this research begin with component analysis, product modification, machine performance trial process, analysis of trial results, and end with the presentation of machine trial results. This machine has a power of 180 watts and a speed of 6000 rpm.

Pendahuluan

Industri perkebunan khususnya tanaman kelapa sawit menjadi fokus riset

bagi para peneliti di Indonesia karena hasil panennya bisa dimanfaatkan di berbagai aspek, seperti bahan makanan, bahan bakar,

*Corresponding author: kurniago011@gmail.com

DOI: <https://10.24127/armatur.v6i1.7918>

Received December 27, 2024; Received in revised form March 16, 2025; Accepted March 18, 2025

Available online March 19, 2025

kosmetik, dan lain sebagainya [1,2]. Besarnya kebutuhan akan hasil panen mengakibatkan proses panen dan pruning tanaman kelapa sawit harus dilakukan secara efektif dan efisien. Dalam hal ini, penggunaan mesin 2 tak dan modifikasi mesin dengan motor DC menjadi dua pilihan teknologi yang layak dipertimbangkan.

Mesin 2 tak telah menjadi pilihan umum dalam proses panen dan pruning tanaman kelapa sawit [3]. Namun, kekhawatiran atas tingginya emisi gas buang, kebisingan, dan kontribusinya terhadap polusi lingkungan mendorong pencarian alternatif yang lebih ramah lingkungan. Salah satunya adalah modifikasi mesin dengan motor DC, yang menjanjikan efisiensi energi yang lebih baik, efektifitas kerja, dampak lingkungan yang lebih rendah, serta K3 kerjanya menjadi lebih baik. Dengan demikian, modifikasi mesin dengan motor DC dalam konteks panen dan pruning tanaman kelapa sawit akan memberikan pemahaman yang lebih baik berdasarkan hasil analisis berdasarkan uji coba yang dilakukan [4,5]. Oleh karena itu, penelitian peningkatan performa mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit melalui modifikasi mesin dengan motor DC menjadi inovasi unggulan untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan dari perkembangan teknologi yang menggunakan mesin 2 tak.

Berdasarkan aspek pencemaran lingkungan, kebisingan, dan biaya penggunaannya, metode berbasis modifikasi menggunakan mesin untuk proses panen dan pruning tanaman kelapa sawit dengan motor DC merupakan inovasi yang sangat tepat dilakukan. Pendekatan dalam penelitian ini adalah menggabungkan metode yang berkaitan dengan desain dan perhitungan komponen yang berkaitan dengan pembuatan mesin untuk proses panen dan pruning tanaman sawit dengan motor DC. Penelitian ini dilaksanakan selama 1 tahun. Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk meningkatkan performa mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit yang

berdampak pada profitable hasil panennya. Hal tersebut dapat diketahui berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan pada mesin tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan data terkait dengan performa modifikasi mesin dengan motor DC sebagai pemahaman baru bagi praktisi dan petani tanaman sawit.

Meningkatkan industri perkebunan selama beberapa tahun terakhir telah menyebabkan perubahan penting di negara-negara industri terutama di bidang tanaman kelapa sawit. Hal ini telah membuka peluang baru untuk pengembangan rekayasa mesin untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi pada proses panen dan pruning tanaman sawit. Modifikasi melalui perlakuan panas pada mata dodos telah dilakukan dengan meningkatkan kekuatan mata piasunya [6,7]. Penelitian dengan modifikasi mesin potong rumput model gendong untuk pemotong pelepah sawit, akan tetapi modifikasi ini masih bermasalah dari aspek pencemaran lingkungan, kebisingan, dan biaya saat penggunaannya [3]. Penelitian dilanjutkan dengan membandingkan efektifitas dan efisiensi penggunaan alat panen dan pruning sawit menggunakan alat secara manual dan mekanis menggunakan mesin dan hasil penelitiannya menyatakan menggunakan mesin memiliki efektifitas kerja yang lebih baik akan tetapi efisiensi biaya masih memiliki kelemahan [8–11]. Karena kekurangan tersebut, [4,5] membuat alat panen tanaman sawit dengan sistem elektrik, akan tetapi masih belum mendapatkan hasil yang maksimal. Modifikasi menggunakan mesin dengan motor DC merupakan inovasi yang sangat tepat untuk dilakukan. Modifikasi mesin dengan motor DC berpotensi untuk dapat meningkatkan efisiensi energi yang lebih baik, efektifitas kerja, kontrol yang lebih baik, kemampuan adaptasi yang baik, dampak lingkungan yang lebih rendah, serta K3 kerjanya menjadi lebih baik.

Hasil penelitian yang dilakukan [7,6], menyatakan bahwa pemberian perlakuan panas (*heat treatment*) pada mata

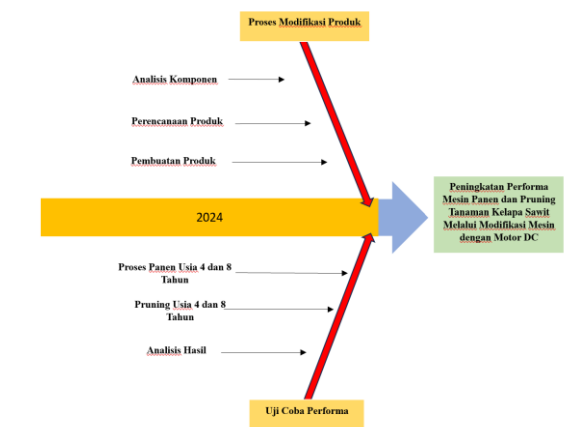
pisau dapat meningkatkan kekuatan dan perubahan struktur mikronya. Meskipun kekuatan mata pisunya meningkat akan tetapi proses pengerjaannya masih dilakukan secara manual maka tingkat efektifitas dan efesiensinya akan sangat rendah. Oleh sebab itu, dilakukan modifikasi dengan menggunakan mesin potong rumput model gendong untuk proses panen dan pruning tanaman sawit [3]. Pengujian mengenai kinerja alat panen dan pruning sawit secara manual dan mekanik menggunakan mesin terus dilakukan, hasilnya penggunaan mesin jauh lebih baik dibandingkan secara manual [10–12]. Namun, tingginya emisi gas buang, kebisingan, dan kontribusinya terhadap polusi lingkungan membuat teknologi ini masih perlu di tingkatkan. [5] membuat alat pemanen sawit elektrik, namun hasilnya masih belum sesuai dengan yang di rencanakan dari aspek efektifitas dan efesiensi kerjanya, terutama dalam hal desain mekaniknya. Mempertimbangkan hasil-hasil sebelumnya, fokus dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan performa mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit melalui modifikasi mesin dengan motor DC.

Rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi; (1) bagaimana modifikasi mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit dengan motor DC?; (2) bagaimana performa modifikasi mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit dengan motor DC?. Berdasarkan rumusan masalah tersebut data mengenai modifikasi dan performa mesin tersebut akan di ditemukan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimental semu. Tahapan dalam penelitian ini diawali dengan analisis komponen, modifikasi produk, proses uji coba performa mesin, analisis hasil uji coba, dan diakhiri dengan pemaparan hasil uji coba mesin. Meskipun prinsip teoritis dari modifikasi mesin dengan motor DC yang diuraikan menjanjikan dapat meningkatkan

performa mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit, namun penelitian dan pengujian sangat diperlukan untuk membuktikan keunggulannya sebagai teknologi untuk meningkatkan efisiensi energi, efektifitas kerja, dampak lingkungan yang lebih rendah, serta K3 kerjanya di masa mendatang. Sehubungan dengan hal ini, telah direncanakan untuk melaksanakan kegiatan penelitian mengenai peningkatan performa mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit melalui modifikasi mesin dengan motor DC. Aspek-aspek yang akan diteliti pada masing-masing topik kegiatan penelitian diatas disajikan dalam bentuk diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) seperti yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Kegiatan Penelitian

Penelitian ini akan fokus pada modifikasi produk yang meliputi analisis kekurangan komponen pada penelitian sebelumnya, perencanaan produk/komponen, dan pembuatan produk. Kegiatan dilanjutkan dengan proses uji coba mesin dengan melakukan proses panen dan pruning tanaman sawit yang berumur 3 – 4 tahun dan 6 – 8 tahun.

Hasil dan Pembahasan

Perhitungan Komponen Mekanik

Daya Motor Penggerak

Perhitungan daya motor penggerak merupakan dasar dalam menentukan daya dengan mempertimbangkan voltase baterai dan amperanya [14].

$$\begin{aligned}
 P_{\text{input}} &= V \cdot I \\
 &= 12 \cdot 15 \\
 &= 180 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Rasio Roda Gigi

Rasio roda gigi adalah perbandingan antara jumlah gigi pada roda gigi penggerak (*drive gear*) dengan roda gigi yang digerakkan (*driven gear*) [15].

$$\begin{aligned}
 R &= N_{\text{Driven}} / N_{\text{Drive}} \\
 &= 40 / 20 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Kecepatan Putar Roda Gigi

Hubungan antara rasio roda gigi dan kecepatan putar (ω) adalah [15].

$$\begin{aligned}
 \omega &= \omega_{\text{Drive}} / R \\
 &= 6000 / 2 \\
 &= 3000 \text{ Rpm}
 \end{aligned}$$

Torsi Pada Poros Penggerak

Torsi yang ditransmisikan oleh poros dihitung menggunakan [16].

$$\begin{aligned}
 T &= P \cdot 60 / 2\pi N \\
 &= 180.60 / 2.3,14.3000 \\
 &= 10800 / 18840 \\
 &= 0,57 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

Daya Rencana pada Poros

Daya poros dihitung menggunakan hubungan antara torsi dan kecepatan sudut atau dalam satuan praktis (menggunakan kecepatan dalam RPM) [15].

$$\begin{aligned}
 P &= T \cdot N / 9.55 \\
 &= 6,43.3000 / 9.55 \\
 &= 19290 / 495 \\
 &= 38,97 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Faktor Keamanan

Saat merancang poros, daya rencana sering kali diperhitungkan dengan faktor keamanan (*SF*) [16].

$$\begin{aligned}
 P_{\text{design}} &= P \cdot SF \\
 &= 38,97 \cdot 1,5 \\
 &= 58,46 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Tegangan Geser Poros

Tegangan geser maksimum pada poros akibat torsi dihitung dengan [15].

$$\tau = T \cdot r / J$$

$$\begin{aligned}
 J &= \pi d^4 / 32 \\
 &= 3,14 \cdot 0,04^4 / 32 \\
 &= 0,0000002512 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \tau &= T \cdot r / J \\
 &= 6,43 \cdot 0,02 / 0,0000002512 \\
 &= 0,51 \times 10^6 \text{ Pa} \\
 &= 0,51 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Panen dan Pruning Tanaman Kelapa Sawit

Voltase	12 Volt
Ampere	15 A
Putaran	6000 rpm
Daya	180 Watt

Tabel 2. Hasil Perhitungan roda gigi

Jumlah gigi puli kecil (z1)	20
Jumlah gigi puli Besar (z2)	40
Kecepatan Gear (n1)	6000 rpm
Kecepatan Gear (n2)	3000 rpm

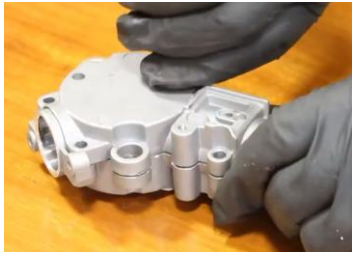
Tabel 3. Hasil Perhitungan Poros

Daya rencana Poros	38,97 kW
Torsi Poros	0,57 Nm
Tegangan Geser	0,51 MPa
Diameter Poros	40 mm

Komponen Mesin

Housing Gear Box

Housing gear box di buat bertujuan sebagai tempat komponen lain seperti gear, motor listrik, dan lain sebagainya. Bahan yang di gunakan yakni alumunium dengan mempertimbangkan berat komponen. Berikut ini merupakan gambar komponen tersebut.



Gambar 2. *housing gear box*

Gear

Gear di buat bertujuan sebagai media transfer energi dari motor listrik ke penggerak akhir. Perbandingan dimensi dan jumlah roda gigi juga digunakan untuk meningkatkan performa mesin. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 3. Gear

Gear Engkol

Gear Engkol di buat bertujuan untuk menggerakkan reciprocating shaft sehingga dapat di rubah dari gerak rotasi menjadi gerak translasi. Gear engkol akan menerima gaya putar dari motor DC. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 4. Gear Engkol

Reciprocating Shaft

Reciprocating Shaft di buat bertujuan untuk mengubah gerak putar dari gear engkol menjadi gerakan maju mundur. Reciprocating Shaft ini yang akan di

sambungkan pada mata pisau yang digunakan. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 5. *Reciprocating Shaft*

Bearing

Bearing di buat bertujuan untuk melekatnya gear engkol agar dapat berputar dengan baik. Bearing ini terhubung dengan gear engkol secara langsung. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 6. Bearing

Poros

Poros di buat bertujuan untuk menghubungkan gear engkol dan mata pisau yang digunakan. Ukuran diameter poros disesuaikan dengan diameter gear engkol. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 7. Poros

Rubber Mounting

Rubber Mounting di buat untuk mereduksi getaran dan menjamin proses perubahan gerak putar menjadi gerak maju mundurnya menjadi lebih lembut dan tidak

menimbulkan suara bising. Berikut gambar komponen tersebut



Gambar 8. Rubber Mounting

Pengarah

Pengarah merupakan komponen yang di buat sebagai penetap dari mata pisau. Tujuannya agar mata pisau tidak berputar berpindah tempat Ketika digunakan. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 9. Pengarah

Pengait Mata Pisau

Pengait mata pisau dibuat bertujuan sebagai media melekatnya mata pisau dengan poros penggerak. Dengan adanya komponen ini mata pisau dapat menempal dan bergerak maju-mundur untuk memangkas pelepah dan buah sawit. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 10. Pengait Mata Pisau

Batrai

Baterai sebagai perangkat untuk menyimpan energi yang digunakan sebagai penggerak komponen-komponen elektronik pada mesin. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 11. Batrai

Motor Listrik

Motor DC adalah komponen elektromekanik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang akan dimanfaatkan untuk menggerakkan mata pisau pada proses panen dan pruning tanaman kelapa sawit. Putaran motor DC akan memutar gear engkol yang di kombinasikan dengan komponen Reciprocating shaft yang akan mengubah putaran menjadi gerakan maju-mundur. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 12. Motor DC

Saklar

Saklar adalah komponen elektronik yang digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan kinerja dari motor listrik dengan mengalirkan dan atau memutuskan arus dari baterai ke motor listrik. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 13. Saklar

Pipa Selongsong

Selongsong pipa pada mesin ini nantinya akan disatukan dengan housing gear box. Selongsong ini yang akan di gunakan oleh operator untuk melakukan proses pruning dan panen tanaman kelapa sawit. Pipa ini memiliki ukuran 1in yang disesuaikan dengan berat pipa dan juga tebal yang disesuaikan agar tidak menambah beban dan tidak juga terlalu tipis. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 14. Pipa Selongsong

Mata Pisau Sabit

Mata pisau ini yang akan di gunakan untuk proses panen dan pruning tanaman kelapa sawit. Mata Pisau ini berbentuk sabit melengkung. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 15. Mata Pisau Sabit

Mata Pisau Dodos

Mata pisau ini yang akan di gunakan untuk proses panen dan pruning tanaman kelapa sawit. Mata Pisau ini berbentuk persegi dengan ujung lancip. Berikut gambar komponen tersebut.



Gambar 16. Mata Pisau Dodos

Proses Fabrikasi

Proses pembuatan mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit meliputi proses pemotongan, pengecoran, *turning*, *milling*, pengeboran, pengelasan, perakitan dan finishing. Proses fabrikasi komponen mesin di awali dengan pembentukan komponen gear, poros, dll dengan proses *turning* dan *milling* [4]. Untuk housing gear di buat melalui proses pengecoran sedangkan komponen lainnya dengan proses pengelasan, pengeboran, perakitan [12]. Langkah terakhir yakni finishing untuk

memastikan komponennya sesuai dengan yang direncanakan.

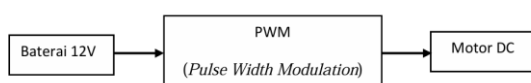
Sistem Elektrikal Mesin

Metode pengaturan kecepatan yang digunakan adalah dengan menggunakan Teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) yang merupakan teknik yang umum digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC. Dengan menggunakan PWM dapat dengan mudah mengatur kecepatan yang diinginkan. Teknologi PWM yang mengatur kecepatan motor adalah mengatur kecepatan motor dengan mengubah besar kecilnya *duty cycle* pulsa. Pulsa yang memvariasikan *duty cycle* menentukan kecepatan motor. Amplitudo dan frekuensi pulsa tetap, sedangkan *duty cycle* bervariasi sesuai dengan kecepatan yang dibutuhkan, semakin besar *duty cycle* maka semakin cepat kecepatan motor, sebaliknya semakin kecil *duty cycle* maka semakin lambat kecepatan motor.



Gambar 17. PWM (*Pulse Width Modulation*)

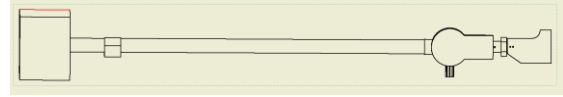
Sistem kelistrikan mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit sesuai dengan diagram alur perancangan kendali motor DC yang ditunjukkan pada Gambar 18 yang terdiri dari baterai yang digunakan untuk mensuplai kebutuhan energi sistem kendali PWM sebagai pengendali putaran motor DC.



Gambar 18. Alur Sistem Kelistrikan

Pembahasan

Berikut ini merupakan gambar komponen mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit yang telah di rencanakan sebelumnya.



Gambar 19. Mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit

Mesin ini merupakan inovasi yang didasarkan pada review dan studi lapangan terkait dengan kekurangan, kelebihan, dan sistem kerja alat dan atau mesin yang telah di buat sebelumnya. Peningkatan performa mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit dengan motor DC ini bekerja dengan memanfaatkan sumber energi dari baterai sehingga saat digunakan dalam lebih efisien jika di tinjau dari aspek emisi gas buang dan biaya penggunaannya. Ilustrasi sistem kerja mesin ini cukup sederhana yakni hanya dengan menekan saklar maka motor DC akan mendapatkan energi Listrik dari baterai dan mengubahnya menjadi energi mekanik berupa gerak maju mundur oleh mata pisau dodos untuk memotong pelepah dan atau buah sawit. Kecepatan putaran motor di atur oleh PWM yang akan disesuaikan dengan kondisi tanaman sawit yang akan di proses. Mesin ini akan mampu menyempurnakan kekurangan yang ada pada mesin yang telah di buat sebelumnya.

Kesimpulan

Peningkatan performa mesin panen dan pruning tanaman kelapa sawit ini menggunakan baterai berkapasitas 12 Volt dan 15 Ampere. Daya mesinnya 180 Watt dengan putaran 6000 Rpm. Mesin ini Menggunakan motor DC dengan sumber energi utamanya dari baterai. Mesin ini di uanggulkan dari aspek desain, biaya penggunaan dan bebas emisi gas buang serta memiliki bobot yang relatif kecil.

Ucapan terimakasih

Peneliti mengucapkan rasa syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) atas dukungan yang diberikan melalui pendanaan dan fasilitasi dalam pelaksanaan penelitian ini. Bantuan dan arahan yang diberikan sangat berkontribusi pada kelancaran dan keberhasilan penelitian ini.

Peneliti juga berterima kasih atas kepercayaan yang diberikan kepada kami untuk melaksanakan penelitian ini, yang tidak hanya membantu mengembangkan ilmu pengetahuan tetapi juga memberikan manfaat nyata bagi masyarakat. Semoga hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kemajuan teknologi dan pengabdian kepada masyarakat di Indonesia. Dengan penuh hormat, kami berharap sinergi yang baik ini dapat terus berlanjut di masa mendatang untuk mendukung penelitian-penelitian lain yang bermanfaat.

Referensi

- [1] Bulan R, Mandang T, Hermawan W, Desrial D, Agussabti A. Design and Performance of an Integrated Machine for Chopping Oil Palm Leaves and Compressing Fronds. *Jurnal Keteknikan Pertanian* [Internet]. 2018 Apr 1;6(1):1–8. Available <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep/article/view/21760>
- [2] Jeri, Rizky MF, Anfalika RN. RANCANG BANGUN MESIN PEMETIK BUAH SAWIT. Bangka Belitung; 2018.
- [3] Darmanto S, Hanif Firdausi G, Suryana Y, Alifian JF, Hayam Wuruk J, Semarang Jawa Tengah P. Modifikasi Mesin Potong Rumput Model Gendong untuk Pemotong Pelepah Sawit. *ROTASI*. 2020;22(4):242–5.
- [4] Hulu HS. RANCANG BANGUN ALAT PEMOTONG PELEPAH KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI TENAGA SURYA. 2023.
- [5] Suwanda T, Anugrah Kusuma Yudha F, Yudha Nur Rizky A, Ardiyansyah N, Muhammadiyah Yogyakarta Jl Brawijaya U, Kasihan K, et al. Pembuatan Alat Pemanen Sawit Elektrik. Vol. 2, pengeboran, from: *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik (JUPRIT)*. 2023.
- [6] Murtiono A. PENGARUH QUENCHING DAN TEMPERING TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK SERTA STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON SEDANG UNTUK MATA PISAU PEMANEN SAWIT. *Jurnal e-Dinamis*. 2012;II(2):57–70.
- [7] Azhari A. PENGARUH PROSES TEMPERING DAN PROSES Pengerolan di Bawah dan di Atas Temperatur Rekristalisasi pada Baja Karbon Sedang Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Serta Struktur Mikro untuk Mata Pisau Pemanen Sawit. *Jurnal e-Dinamis*. 2012;II(2):10–22.
- [8] Tansala SP, Gunawan S, Santosa TNB. KAJIAN EFEKTIFITAS PANEN KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN DODOS MODIFIKASI DAN DODOS BIASA PADA TM MUDA. *JURNAL AGROMAST*. 2017;2(2).
- [9] Ihsanuddin M, Firmansyah E, Tarmadja S. Kajian Time and Motion Study Kegiatan Panen pada Perkebunan Kelapa *AGROFORETECH*. 2023;1(2):911–9.
- [10] Sawit. Hasibuan MS, Rizal K, Sepriani Y, Dalimunthe BA. PANEN MODERN KELAPA SAWIT (DODOS MEKANIK) DENGAN ALAT PANEN MANUAL KELAPA SAWIT (DODOS MANUAL) DI AFDELING IV PT. SUPRA MATRA ABADI KEBUN AEK NABARA. *Jurnal Pertanian Agros*. 2022;24(1).

- [11] Asmara S, Kano I, Zen Kadir M, Suharyatun S. Unjuk Kerja Alat Pemotong Pelepah Sawit Tipe Egrek Secara Manual dan Mekanis Menggunakan Mesin Husqvarna 327 LDx. Jurnal Agricultural Biosystem Engineering [Internet]. 2023;2(1):144–50. Available from: <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/ABE/index>
- [12] Kurniawan S, Aldo J. RANCANG BANGUN TOOLBOX UNTUK UNIT STH SERVICE TRUCK DI PT JHONLIN BARATAMA MENGGUNAKAN MESIN TRULASER 5040. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. 2024;12(1): 19-26.
- [13] Agustina R, Haryono D, Kasymir Jurusan Agribisnis E, Pertanian F, Lampung U, Soemantri Brodjonegoro No J. ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL MESIN PEMANEN TEBU CANE HARVESTER (STUDI KASUS PADA PT LAJUPERDANA INDAH SITE 2020;8(1):15–22.
- [14] Alexander CK, Sadiku MNO. Fundamentals of electric circuits. 6th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2017.
- [15] Sen PC. Principles of electric machines and power electronics. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2013.
- [16] Chapman SJ. Electric machinery fundamentals. 5th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2011.