

**ANALISIS TRANSMISI DAYA DAN PUTARAN MESIN
PEMANEN BUAH SAWIT ELEKTRIK**

SKRIPSI

**OLEH:
PRESLY MANODO PUTRA SINAMBELA
198130105**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 3/9/25

Access From (repository.uma.ac.id)3/9/25

HALAMAN JUDUL

ANALISIS TRANSMISI DAYA DAN PUTARAN MESIN PEMANEN BUAH SAWIT ELEKTRIK

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :
PRESLY MANODO PUTRA SINAMBELA
198130105

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN
2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Transmisi Daya Dan Putaran Mesin
Pemanen Buah Sawit Elektrik
Nama Mahasiswa : Presly Manodo Putra Sinambela
NPM : 198130105
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
(Komisi Pembimbing)

Dr. Iswandi, ST, MT
Pembimbing I


Dr. Eng. Supriatno, ST, MT
Dekan Fakultas Teknik


Dr. Iswandi, ST, MT
Ka. Prodi

Tanggal Lulus : 19 Mei 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 23 Mei 2025

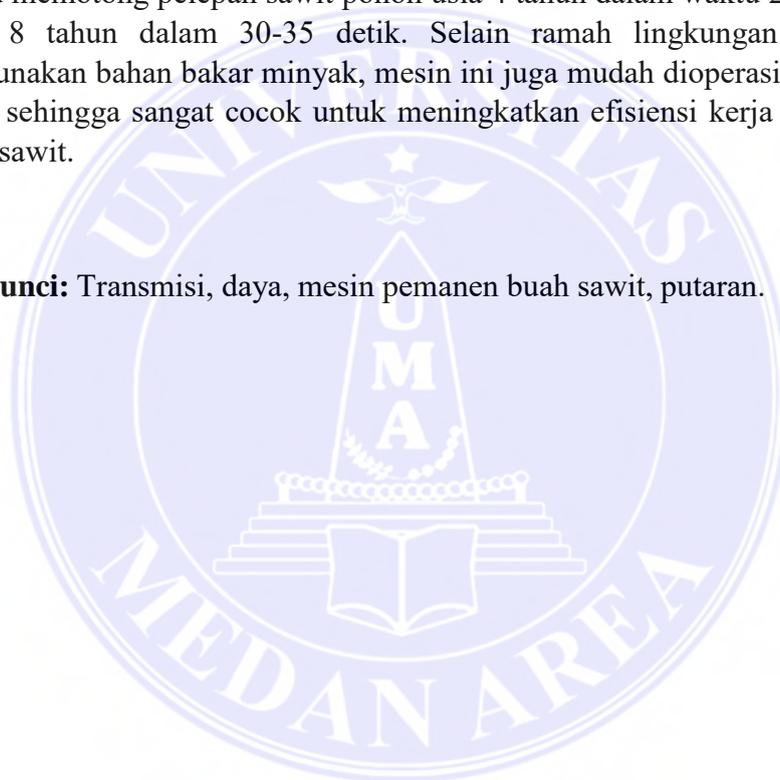


Presly Manodo Putra Sinambela
198130105

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keunggulan mesin pemanen buah sawit elektrik dari segi transmisi daya dan efisiensi putaran mesin. Mesin ini dirancang untuk menggantikan alat panen konvensional yang selama ini menyebabkan keluhan fisik bagi pekerja dan menurunkan produktivitas. Keunggulan utama dari mesin ini adalah penggunaan motor listrik DC bertenaga 745 wat yang mampu menghasilkan putaran stabil sebesar 200 rpm dengan transmisi daya yang efisien dan aman. Sistem mekanis yang digunakan dapat mengurangi beban kerja operator, menurunkan resiko cedera, serta meningkatkan kapasitas kerja secara signifikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu memotong pelepah sawit pohon usia 4 tahun dalam waktu 20-25 detik dan pohon 8 tahun dalam 30-35 detik. Selain ramah lingkungan karena tidak menggunakan bahan bakar minyak, mesin ini juga mudah dioperasikan dan hemat energi, sehingga sangat cocok untuk meningkatkan efisiensi kerja di perkebunan kelapa sawit.

Kata kunci: Transmisi, daya, mesin pemanen buah sawit, putaran.



ABSTRACT

This research aimed to analyze the advantages of the electric palm fruit harvesting machine in terms of power transmission and engine rotation efficiency. This machine was designed to replace conventional harvesting tools that have caused physical complaints among workers and decreased productivity. The main advantage of this machine is the use of a 745-watt DC electric motor capable of producing a stable rotation of 200 rpm with efficient and safe power transmission. The mechanical system used can reduce the operator's workload, lower the risk of injury, and significantly increase work capacity. The test results showed that the machine was able to cut the fronds of 4-year-old palm trees within 20–25 seconds and 8-year-old trees within 30–35 seconds. Besides being environmentally friendly as it does not use fossil fuels, this machine is also easy to operate and energy efficient, making it highly suitable for increasing work efficiency in oil palm plantations.

Keywords: *Transmission, Power, Palm Fruit Harvesting Machine, Rotation*



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di kota Kualuh Leidong pada tanggal 18 Maret 2000 dari ayah Albert Sinambela dan Rotua Manik. Penulis merupakan putra ketiga dari enam bersaudara.

Tahun 2018 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Kualuh Leidong dan pada tahun 2019 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis juga melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Sumber Sawit Jaya Lestari (PT. SSJL).



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Presly Manodo Putra Sinambela

NIM : 198130105

Program Studi : Teknik Mesin

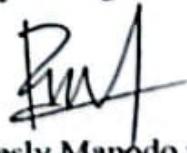
Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Transmisi Daya Dan Putaran Mesi Pemanen Buah Sawit Elektrik. Dengan Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area Berhak menyimpan, mengalih mediakan / formatkan, mengelola dalam bentuk data (data base), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penuulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan, 23 Mei 2025
Saya Yang Menyatakan



Presly Manodo putra Sinambela
198130105

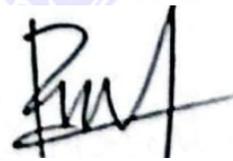
KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur senantiasa terpanjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus, karena dengan berkat dan penyertaan Nya maka penulis dapat menyelesaikan Penulisan proposal Skripsi ini. Yang mana sudah menjadi kewajiban yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Adapun Judul skripsi ini adalah : “Analisis Transmisi Daya Dan Putaran Mesin Pemanen Buah Sawit Tenaga Elektrik”

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Iswandi, ST, MT selaku ketua program studi Teknik Mesin sekaligus pembimbing yang telah banyak memberi saran dalam penulisan skripsi ini. Disamping itu ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada bapak Dr. Eng. Supriatno, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik yang telah banyak membantu dalam pengurusan administrasi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada kedua Orang Tua penulis Bapak Sinambela Dan Ibu Boru Manik yang telah banyak memberi dukungan moral dan juga materil serta kepada seluruh keluarga atas Doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun Masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 23 Mei 2025

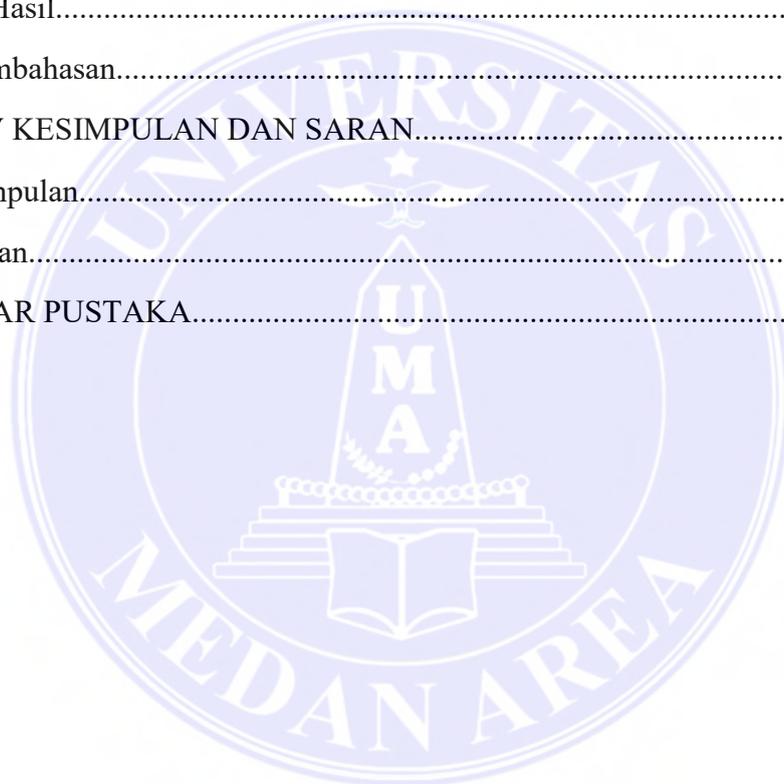


Presly Manodo Putra Sinambela
198130105

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kelapa Sawit.....	4
2.2 Alat Panen Kelapa Sawit.....	5
2.3 Pemanenan kelapa Sawit.....	8
2.4 Perkembangan Teknologi Alat Pemanen Sawit.....	9
2.5 Mesin Pemanen Buah Kelapa Sawit Mekanis.....	12
2.6 Mekanisme Pemotongan.....	13
2.7 Ergonomi.....	14
2.7.1 Perhitungan Torsi Motor.....	15
2.7.2 Penilaian Beban Kerja Terhadap Denyut Nadi.....	15
2.8 Baterai.....	17
2.9 Motor Listrik DC.....	18
2.10 Parameter Pengamatan.....	18
2.10.1 Torsi Mesin Pemanen Buah Sawit Elektrik.....	18
2.10.2 Kapasitas Kerja Alat.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	20
3.1.1 Lokasi Penelitian.....	20
3.1.2 Waktu Penelitian.....	20
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Metode Penelitian	22
3.4 Populasi dan Sampel	23
3.5 Prosedur Kerja.....	24
3.6 Diagram Alir.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Hasil.....	28
4.2 Pembahasan.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1 Simpulan.....	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48



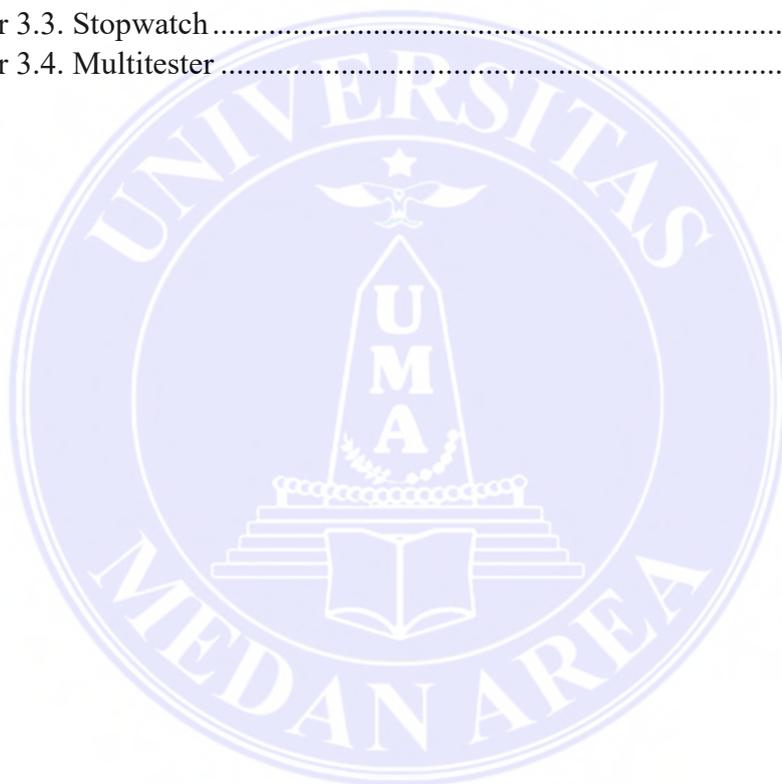
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal tugas akhir.....	15
Tabel 3.2. Populasi dan sampel.....	19



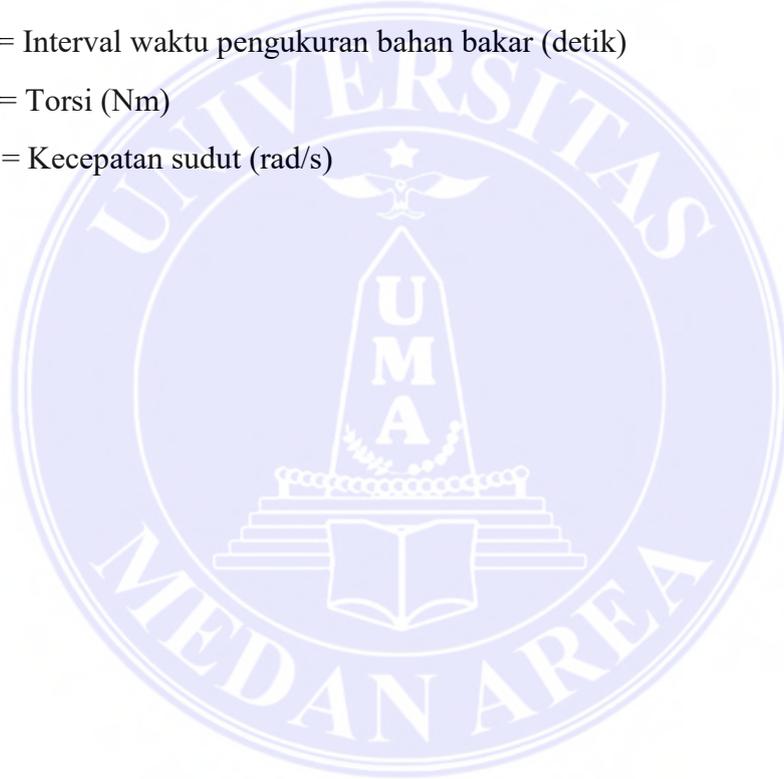
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kelapa Sawit	5
Gambar 2.2. Dodos Manual	6
Gambar 2.3. Egrek manual.....	7
Gambar 2.4. Gancu	7
Gambar 2.5. Kapak	8
Gambar 2.6. Prinsip kerja solar cell	11
Gambar 2.7. Baterai	12
Gambar 2.8. Motor listrik DC	12
Gambar 3.1. Lux meter	16
Gambar 3.2. Tachometer.....	17
Gambar 3.3. Stopwatch	17
Gambar 3.4. Multitester	18



DAFTAR NOTASI

G	= Irradiasi Matahari (W/m ²)
A	= Luas Panel Sel Surya
I	= Arus Output (Ampere)
BHP	= Daya mesin (Watt)
RPM	= Putaran mesin per menit yang digunakan
BFC	= Konsumsi daya (Watt/jam)
Vf	= Konsumsi bahan bakar selama waktu tertentu
t	= Interval waktu pengukuran bahan bakar (detik)
T	= Torsi (Nm)
W	= Kecepatan sudut (rad/s)



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkebunan kelapa sawit memiliki peran penting dalam mendukung perekonomian nasional maupun perekonomian wilayah. Aktivitas diperkebunan kelapa sawit selain mendatangkan devisa negara juga telah menyediakan ribuan lapangan kerja bagi masyarakat (Lubis 2018 ; Arsyad dan Maryam 2017). Kelapa sawit di Indonesia saat ini memiliki luas yang sangat berkembang hal ini disebabkan tingginya permintaan minyak kelapa sawit. Selain digunakan bahan mentah industri pangan juga di gunakan sebagai bahan mentah non pangan.

Faktor yang paling banyak mempengaruhi produktivitas kelapa sawit adalah panen. Panen harus dilakukan dengan memperhatikan kematangan daging buah sawit agar menghasilkan mutu minyak yang baik. Kegiatan pemanenan kelapa sawit cukup sulit dilakukan karena ukuran tandan buah yang relatif besar. Panen kelapa sawit adalah proses pemotongan tandan buah sawit yang sudah matang, pengutipan brondolan, pemotongan pelepah pengangkutan hasil ke TPH, dan pengangkutan hasil ke pabrik (PKS).

Dalam proses pemanenan buah kelapa sawit memerlukan alat. Salah satu alat yang sering digunakan yaitu mesin pemanen buah sawit dan egrek. a ataupun egrek merupakan mata pisau yang berfungsi untuk memotong tandan sawit. Dodos digunakan untuk pohon yang masih rendah atau masih muda (1 - 4 meter), sedangkan egrek digunakan pada pohon dengan minimal 4 meter ke atas. Penggunaan alat panen konvensional menghabiskan banyak energi karena proses yang cukup sulit dan alat yang cukup berat. Sehingga pekerja sering mengalami

gangguan kesehatan otot tangan. Mengingat proses panen kelapa sawit yang kurang efektif dari segi waktu dan kurang baik bagi kesehatan pekerja, maka atas dasar itu kami berusaha menelusuri hasil-hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan proses panen kelapa sawit.

Dari uraian tersebut peneliti melakukan suatu inovasi yang baru dalam merancang sebuah alat pemanen buah kelapa sawit yang lebih mudah digunakan, ringan, dapat dijangkau oleh semua kalangan dan tentunya ramah lingkungan inilah yang menjadi kelebihan dan keunggulan dari produk pemanen sebelumnya. Dalam penelitian ini peneliti menganalisis dan mengembangkan mesin dodos buah sawit dengan bantuan tenaga batrai sebagai sumber energinya. Sehingga diharapkan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energi. Penggunaan mesin dodos dengan tenaga mekanis ini juga tidak menghasilkan polusi karena tidak bergantung dengan BBM.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Permasalahan ini akan mengeksplorasi seberapa efektif energi dari baterai dapat ditransmisikan dan digunakan oleh mesin pemanen buah sawit, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi transmisi tersebut.
- b. Permasalahan ini akan meneliti hubungan antara variasi putaran mesin yang dihasilkan oleh sistem tenaga elektrik dan kinerja pemotongan buah sawit, serta menentukan putaran mesin yang optimal untuk hasil terbaik.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tujuan ini mengukur dan menganalisis efisiensi transmisi daya dari sistem tenaga batrai ke mesin pemanen buah sawit, serta faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi tersebut.
2. Tujuan ini fokus pada pengujian dan evaluasi putaran mesin pemanen buah sawit yang dihasilkan dari sumber tenaga batrai, serta bagaimana variasi putaran tersebut mempengaruhi kinerja dan efektivitas pemotongan buah sawit.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini

a. Bagi Akademik

1. Sebagai referensi dalam melakukan penelitian lanjutan mengenai alat mesin dodos surya dalam panen buah kelapa sawit.

b. Adapun hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dasar dalam dunia kerja pada bidang perkebunan kelapa sawit.

1. Mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM)
2. Mengurangi berat mesin pemotong pelepah bagi pengguna.
3. Mempermudah kinerja proses pemotong buah kelapa sawit.
4. Mendapatkan alat pemotong pelepah dengan harga terjangkau sehingga dapat dimiliki oleh semua kalangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan tanaman yang unik karena hampir keseluruhan bagiannya dapat dimanfaatkan. Pemanfaatan utama dari kelapa sawit adalah minyaknya, yang dapat diolah menjadi berbagai produk, baik pangan maupun non pangan. Kelapa sawit memiliki kandungan minyak yang tinggi. Daging buahnya (mesokarp) mengandung minyak sekitar 45-50% (Owoyele dan Owolabi, 2014), sedangkan intinya mengandung 47% minyak (Naher et al., 2013). Saat ini, kelapa sawit menjadi primadona sebagai penghasil minyak nabati dengan produktivitas terbesar, dengan kebutuhan area tanam yang paling sedikit (Suwanda et al. 2023).

Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu jenis tanaman yang menduduki posisi penting di sektor pertanian dan perkebunan. Hal ini disebabkan dari berbagai tanaman yang menghasilkan minyak atau lemak, kelapa sawit menghasilkan nilai ekonomi terbesar per hektarnya di dunia. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan, perkebunan besar di Indonesia didominasi oleh tanaman kelapa sawit pada 2023. Luasnya mencapai 9,14 juta hektare (ha), atau bertambah 569,8 ribu ha dari tahun sebelumnya yang sebesar 8,57 juta ha. Dilansir dari laman GAPKI (Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia), Produksi Crude Palm Oil atau minyak sawit di Indonesia tahun 2023 diperkirakan mencapai 50,07 juta ton atau naik sebesar 7,15% dari tahun 2022 yakni sebesar 46,73 juta ton.

Konsumsi dalam negeri juga menunjukkan kenaikan dari 21,24 juta ton pada tahun 2022 menjadi 23,13 juta ton atau kenaikan sekitar 8,90%. Implementasi

kebijakan Biodiesel (B35) yang secara efektif dilakukan pada bulan Juli 2022 telah meningkatkan konsumsi minyak sawit sebesar 17,68% yakni dari 9,048 juta ton pada tahun 2022 menjadi 10,65 juta ton di tahun 2023. Dengan diimplementasikannya B35, konsumsi biodiesel selama 2023 telah melampaui konsumsi untuk pangan dalam negeri.



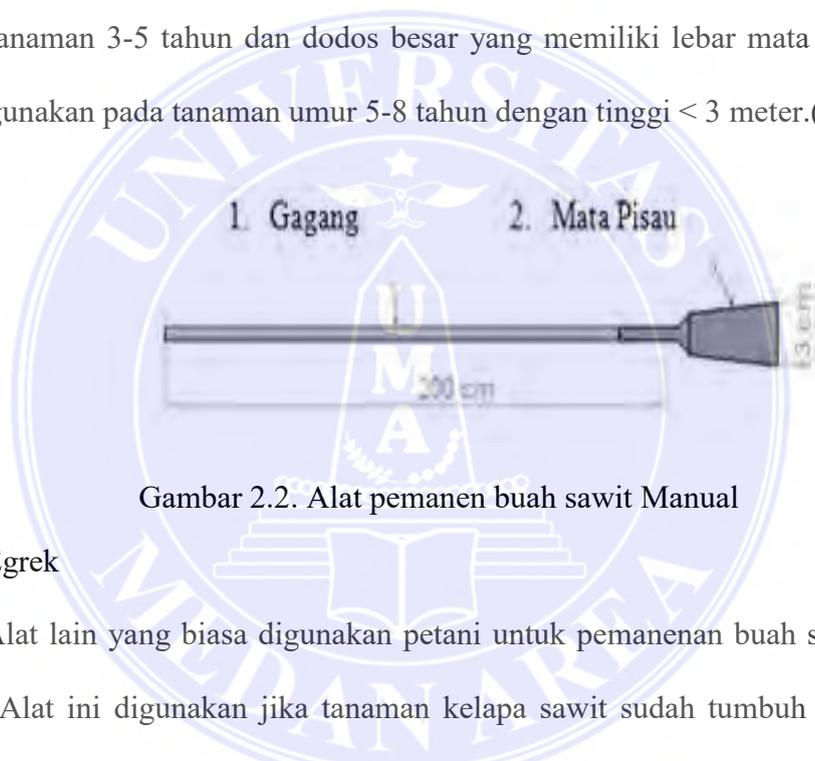
Gambar 2.1. Kelapa Sawit

2.2 Alat Panen Kelapa Sawit

Industri kelapa sawit di Indonesia semakin hari memang semakin berkembang. Sebagai penyumbang devisa negara tertinggi di sektor non migas, industri kelapa sawit harus terus memperhatikan pengelolaan kebun agar selalu mendapatkan hasil yang unggul dan berkualitas. Salah satu aspek pengelolaan yang harus diperhatikan adalah penggunaan dan pemilihan alat-alat untuk pemanenan (Ahmad, Jelani, and Roy 2000). Secara umum, proses pemanenan kelapa sawit meliputi beberapa tahapan. Mulai dari memotong Tandan Buah Sawit (TBS) yang sudah matang, memotong pelepah, mengutip brondolan yang jatuh, mengangkat buah ke Tempat Pengumpulan Hasil (TPH), hingga membawa buah ke Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Agar proses panen dapat berjalan efektif, dibutuhkan alat panen yang memadai. Berikut adalah beberapa alat panen kelapa sawit yang harus ada di perkebunan.

1. Alat pemanen buah sawit

Secara umum, cara pemanenan buah kelapa sawit dilakukan dengan memotong TBS dan pelepah daun yang menghalangi proses pemotongan TBS. Di Indonesia sendiri, alat yang digunakan untuk melakukan pekerjaan ini adalah dodos manual. Dodos merupakan alat panen sawit yang digunakan untuk memotong TBS yang tingginya di bawah 3 meter. Dodos dibagi menjadi dua jenis, yaitu dodos kecil yang memiliki lebar mata 7,5-10 cm dan digunakan pada umur tanaman 3-5 tahun dan dodos besar yang memiliki lebar mata 12,5-15 cm dan digunakan pada tanaman umur 5-8 tahun dengan tinggi < 3 meter. (Aris, 2014)



Gambar 2.2. Alat pemanen buah sawit Manual

2. Egrek

Alat lain yang biasa digunakan petani untuk pemanenan buah sawit adalah egrek. Alat ini digunakan jika tanaman kelapa sawit sudah tumbuh lebih tinggi dari 3 meter, sehingga pemanenannya tidak bisa dilakukan menggunakan dodos. Egrek sawit merupakan pisau khusus yang memiliki bentuk seperti bulan sabit untuk memanen buah kelapa sawit. Alat ini biasanya diikatkan ke galah dengan bantuan karet ban sehingga bisa menjangkau bagian pohon yang tinggi. Egrek terbuat dari baja karbon, sehingga memiliki ujung yang sangat tajam dan tidak mudah tumpul. Dengan diameter 4,5 cm dan tebal 0,15-0,2 cm, alat ini tidak hanya digunakan untuk memanen buah sawit saja, melainkan juga untuk

memudahkan petani dalam memotong pelepah-pelepah daun yang sudah tua.(Ryan, 2021)



Gambar 2.3. Egrek manual

3. Gancu

Alat berikutnya adalah gancu. Alat panen sawit yang satu ini biasanya digunakan untuk memanen ataupun memindahkan hasil panen dari satu tempat ke tempat lainnya. Biasanya mau dipindahin ke alat transportasi agar buah dapat dikirim. Buah hasil panen yang bisa digancu adalah buah yang memiliki lapisan kulit yang tebal dan mengorek brondolan di celah pelepah, Gancu lengkapi dengan mata tombak yang berbentuk melengkung atau sabit dengan panjang sekitar 40-50 cm.(Agrica, 2023)



Gambar 2.4. Gancu

4. Kapak

Alat panen sawit berikutnya adalah kapak. Alat ini digunakan untuk memotong tangkai buah yang terlalu panjang ataupun bagian pelepah daun yang sudah jatuh ke tanah. Agar proses panen berjalan lancar, kapak yang digunakan harus memiliki mata pisau yang tajam dan bahan mata pisau terbuat dari per baja dengan lebar mata pisau 10 cm dan memiliki panjang 40 cm.(Adi, 2019)



Gambar 2.5. Kapak

2.3 Pemanenan kelapa sawit

Kegiatan pemanenan kelapa sawit cukup sulit dilakukan, karena ukuran buah yang relatif besar dan posisi tandan buah sawit yang menempel pada batang sawit. Dengan ukuran dan berat tandan yang cukup besar, maka proses pemanenan seharusnya menggunakan alat yang dapat mempermudah kegiatan pemanenan. Panen buah kelapa sawit di Indonesia sebagian besar masih dilakukan secara manual dan mengandalkan tenaga manusia. Cara panen buah kelapa sawit dilakukan dengan memotong TBS dan memotong pelepah daun yang menghalangi proses pemotongan TBS.

Pemanenan tandan kelapa sawit di Indonesia masih dilakukan dengan menggunakan alat yang sederhana yaitu alat yang dikenal dengan dodos dan egrek (Marpaung, 2018). Dodos adalah salah satu alat pertanian yang digunakan untuk memanen kelapa sawit. Selain digunakan dalam proses pemanenan kelapa sawit,

dodos biasa juga digunakan untuk proses pruning. Dodos digunakan untuk memanen buah kelapa sawit maupun pruning pada pohon yang berumur dibawah 8 tahun dengan tinggi kelapa sawit maksimal 5 meter. Pemanenan dan proses pruning manual menggunakan alat konvensional dapat memberikan risiko cedera pada pekerjaan. Penggunaan alat dodos sawit konvensional sering dikeluhkan oleh para pekerja. Hal ini disebabkan penggunaan alat dodos konvensional yang dioperasikan secara manual yang menimbulkan efek cedera. Efek cedera yang dialami para pekerja membuat produktivitas pekerjaan mengalami penurunan (Christian dkk, 2018). Sehingga faktor cedera ini yang membuat produktivitas pekerjaan menurun. Berdasarkan hasil riset yang dilakukan oleh (More & Vyavahare, 2014) “*Anthropometric And Grip Strength Data Of Agricultural Workers For Marathwada Region Of Maharashtra (India)*” faktor utama penyebab resiko keluhan pekerja adalah alat pertanian yang dioperasikan secara manual. Hal ini lah yang menyebabkan produktivitas pekerja rendah dan resiko kerja lebih tinggi.

Gangguan yang sering dirasakan petani saat panen kelapa sawit berada di bahu kanan, pergelangan tangan kiri dan tangan kanan sehingga petani merasa pekerjaannya terganggu. Gangguan ini disebabkan oleh tekanan besar yang diberikan pada bahu dan pergelangan tangan selama pemanenan tandan kelapa sawit (Hendra & Rahardjo, 2009). Marpaung dkk (2018) melakukan penelitian yaitu mengembangkan mesin pemotong rumput menjadi alat pemotong panen buah Kelapa Sawit.

2.4 Perkembangan Teknologi Alat Mesin Panen Kelapa Sawit

Penggunaan alat dan mesin pertanian sudah sejak lama digunakan dan perkembangannya mengikuti perkembangan kebudayaan manusia. Pada awalnya alat dan mesin pertanian masih sederhana dan terbuat dari kayu kemudian berkembang menjadi bahan logam. Susunan alat ini mula-mula sederhana, kemudian sampai ditemukannya alat mesin pertanian yang kompleks. Dengan dikembangkannya pemanfaatan sumberdaya alam dengan motor secara langsung mempengaruhi secara langsung perkembangan dari alat mesin pertanian (Sukirno, 1999 *dalam* Harahap, 2017).

Sektor pertanian merupakan sektor yang paling penting dalam pembangunan ekonomi suatu daerah. Dikarenakan masih banyaknya masyarakat yang menggantungkan hidupnya di sektor pertanian. Oleh karena itu, untuk meningkatkan ekonomi masyarakat yang menggantungkan hidupnya di sektor pertanian maka produksi pertanian harus ditingkatkan (Tarigan, 2013).

Pada mulanya semua tanaman budidaya untuk kebutuhan pangan manusia dihasilkan dan disiapkan dengan menggunakan tenaga otot manusia. Berabad-abad lalu tenaga hewan digunakan untuk meringankan tenaga manusia. Peralihan dari usaha tani dengan menggunakan tangan ke abad usaha tani yang modern mula-mula berjalan sangat lambat. Dengan ditemukannya besi, diciptakan

perkakas-perkakas yang selanjutnya mengurangi penggunaan tenaga manusia. Selanjutnya dengan perkembangan bajak baja, motor bakar, traktor usaha tani, dan mesin usaha tani lainnya, usaha-usaha di bidang pertanian berkembang dengan cukup pesat (Smith dan Wilkes, 1990).

Penggunaan alat dan mesin pertanian dimanfaatkan untuk memperbaiki dan meningkatkan kesejahteraan rakyat guna mendapatkan hasil produksi yang lebih besar dengan efisiensi sumber daya manusia, efisiensi waktu dan biaya yang lebih hemat. Perubahan-perubahan untuk memperbaiki dan meningkatkan kesejahteraan rakyat yang dilakukan pemerintah sekarang berjalan dengan diarahkan pada semua sektor, tidak terkecuali sektor pertanian. Pertanian memiliki peranan yang sangat penting bagi kesejahteraan rakyat. Berhasilnya sektor pertanian berdampak pada ketahanan pangan (Tarigan, 2013).

Pemanenan kelapa sawit hingga pada saat ini masih banyak yang menggunakan peralatan tradisional ataupun konvensional yaitu dengan menggunakan galah yang terbuat dari bambu yang diujungnya diikat sebuah sabit yang besar atau sering disebut dengan egrek. Pemanenan kelapa sawit dengan cara manual/tradisional ini memiliki kelemahan yakni mengancam keselamatan petani itu sendiri dan kurang efisien hasil yang diperoleh karena memerlukan waktu yang lama (Tarigan, 2013).

Permasalahan yang dihadapi oleh para petani kelapa sawit di Indonesia saat ini adalah adanya gangguan kesehatan karena egrek dan dodos yang digunakan para petani Indonesia dapat menimbulkan gangguan otot rangka pada bahu dan pergelangan tangan. Dikarenakan adanya tekanan yang besar pada bahu dan pergelangan tangan saat memotong tandan buah kelapa sawit. Para petani mengalami *musculoskeletal disorders* (MSDs) atau disebut juga dengan gangguan otot rangka. Lebih dari 80% petani yang mengeluhkan rasa sakit pada bagian bahu kanan, pergelangan tangan kiri dan kanan (Johannes, 2013). Untuk mengatasi

keterbatasan ataupun kelemahan dari pemanenan kelapa sawit dengan cara manual/tradisional itu maka telah dibuat dan dikembangkan suatu mesin pemotong buah dan pelepah sawit yang mampu memotong pelepah dan tandan buah kelapa sawit dengan kapasitas yang tinggi serta praktis digunakan. Setiap perubahan usaha tani melalui mekanisasi didasari tujuan tertentu yang membuat perubahan tersebut bisa dimengerti, logis dan dapat diterima. Secara umum tujuan mekanisasi pertanian adalah:

- a) Mengurangi kejerihan kerja dan meningkatkan efisiensi tenaga manusia.
- b) Mengurangi kerusakan produksi pertanian.
- c) Menurunkan ongkos produksi.
- d) Menjamin kenaikan kualitas dan kuantitas produksi.
- e) Meningkatkan taraf hidup petani.

2.5 Mesin Pemanen Buah Kelapa Sawit Mekanis

a) Mekanis



Gambar 2.5. Sketsa alat mekanis

1. Mata pisau dodos ini adalah bagian yang memotong tandan buah maupun pelepah kelapa sawit dan terbuat dari logam.
2. Gagang berfungsi sebagai pegangan dalam penggunaan alat dodos dan terbuat dari logam.

3. Tombol off adalah bagian untuk mematikan mesin.
4. Tuas gas digunakan untuk mengubah kecepatan putaran poros motor penggerak yang sesuai dengan tenaga yang dibutuhkan
5. Batrai sebagai sumber arus listrik searah (DC).

b). Spesifikasi Umum Alat Pemanen Sawit Mekanis

Spesifikasi alat adalah kumpulan data-data teknik tentang suatu alat produksi, yang berfungsi sebagai pedoman bagi para operator, agar dapat mengoperasikan alat dengan efektif dan efisien. Berikut ini adalah spesifikasi alat mesin pemanen buah sawit elektrik.

Tabel 2.5. Spesifikasi Mesin Pemanen Buah Sawit

N0	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
1	Dayaoutput	P_{out}	400	w
2	Tegangan	V	12	V
3	Kecepatan	N	200	RPM
4	Efisiensi	η	85%	-

2.6 Mekanisme Pemotongan

Pemotongan bahan-bahan hasil pertanian merupakan salah satu kegiatan yang paling sering dilakukan, misalnya pada saat panen, pemisahan, dan juga proses pengecilan ukuran bahan. Proses pemotongan yaitu proses dimana mata pisau menembus ke dalam bahan melewati kekuatan bahan sehingga bahan menjadi terpisah. Saat pemotongan berlangsung terjadi perbedaan deformasi pada bahan yang tergantung pada bentuk mata pisau dan proses kinematika pemotongan. Oleh karena itu, dalam mempelajari hambatan pemotongan suatu bahan selalu berhubungan dengan bentuk mata pisau dan kinematika pemotongan (Sitkei, 1986). Terdapat 4 metode pemotongan yang umum digunakan untuk bahan-bahan pertanian. Pertama, *counter moving blade* yaitu kedua bilah pisau potong bergerak

berlawanan arah. Metode pemotongan tersebut sama halnya dengan menggunting, sehingga hasil potongannya memiliki permukaan yang lebih rata dan halus.

Metode tersebut lebih cocok digunakan untuk pemotongan material yang memiliki ketebalan relatif rendah, misalnya untuk pemangkasan rumput. Kedua, *resting and moving blade* yaitu satu bilah pisau diam dan satu bilah pisau yang lain bergerak. Material yang dipotong didukung oleh bilah pisau yang diam, sedangkan bilah pisau yang satunya bergerak untuk melakukan penetrasi pada material yang dipotong. Pemotongan yang mengikuti metode tersebut adalah pemotongan rumput menggunakan alat potong tipe *reel*. Ketiga, pemotong tipis atau mengiris. Metode tersebut umumnya digunakan untuk memotong sebagian kecil atau lapisan tipis dari permukaan sebuah material, misalnya pemotongan pada bagian atas *sugar beet*, pengupasan buah, dan perajangan tembakau.

2.7 Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain (Nurmianto, 1988). Dengan demikian jelas bahwa pendekatan ergonomi mampu menimbulkan *functional effectiveness* dan kenyamanan pemakaian dari peralatan, fasilitas maupun lingkungan kerja yang dirancang (Wignjosoebroto, 1995). Dalam perbaikan perancangan alat bantu kerja ilmu ergonomi sangat diperlukan karena dapat melihat permasalahan interaksi itu, dengan mengetahui akibat (dampak) yang dirasakan, sehingga dapat menemukan pemecahan masalah yang terbaik.

Hasil analisis gerak mikro (*micro motion analysis*) pada pemanenan kelapa sawit menunjukkan bahwa segmen-segmen tubuh yang terlibat secara intensif

dalam aktivitas panen-muat adalah leher, bahu, punggung, pinggang, lengan, tangan, tungkai, lutut, kaki dan pergelangan kaki. Tinjauan perspektif ergonomi gerak menunjukkan bahwa elemen kerja yang terkait evakuasi TBS tidak terlalu beresiko dibandingkan elemen kerja yang terkait pemotongan TBS. Ergonomi gerak, dimana segmen tubuh yang beresiko yaitu leher, bahu, punggung-pinggang, lengan hingga pergelangan kaki. Jarak aman bagi pemanenagar sudut gerak kerjanya dibawah zona bahaya atau aman adalah 1,5 m, 2,5 m, 5,5 m, dan 8,5 m untuk tinggi maksimal target potong berturut-turut 3 m, 6 m, 12 m dan 18 m (Syuaib, 2015).

2.7.1 Perhitung Torsi Motor

Dalam mesin motor listrik, torsi merupakan hasil dari arus batrai yang mengerakan mesin untuk berputar (Christian et al. 2018)

$$T = \frac{P \times 9550}{n} \dots\dots\dots(1)$$

2.7.1 Penilaian Beban Kerja Terhadap Denyut Nadi

Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh cukup tinggi. Denyut nadi segera berubah seirama dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisik maupun kimiawi (Muslimah, 2006). Peningkatan denyut nadi mempunyai peran yang sangat penting dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban *kardiovaskular* (*cardiovascular load = % CVL*) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ CVL} = \frac{100 \times (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

.....(2)

Dengan perhitungan denyut nadi maksimum sebagai berikut :

$$\text{Denyut nadi maksimum} = 220 - \text{umur}$$

.....(3)

Dari hasil perhitungan % CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi sebagai berikut :

- %CVL ≤ 30 % = tidak terjadi kelelahan 30
- < %CVL ≤ 60 % = diperlukan perbaikan
- 60 < %CVL ≤ 80 % = kerja dalam waktu singkat
- 80 < %CVL ≤ 100 % = diperlukan tindakan segera
- %CVL > 100 % = tidak diperbolehkan beraktivitas (Sari, 2016).

Kerja tubuh atau kerja fisik mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan dengan tingkat konsumsi energi. Konsumsi energi ini dapat diukur melalui tekanan darah, aliran darah, temperatur tubuh dan jumlah udara yang keluar dari paru-paru. Dalam penentuan konsumsi energi biasanya menggunakan kenaikan kecepatan denyut jantung, yang dapat membedakan denyut jantung saat kerja atau istirahat.

Terdapat tiga tingkat kerja fisiologis yang umum yaitu Istirahat, Limit kerja Aerobik dan kerja Anaerobik. Pada tahap istirahat pengeluaran energi diperlukan untuk mempertahankan kehidupan tubuh yang disebut tingkat metabolisme basal. Hal tersebut mengukur perbandingan Oksigen yang masuk dalam paru-paru

dengan Karbon dioksida yang keluar. Berat tubuh dan luas permukaan merupakan faktor penentu yang dinyatakan dalam kalori/area permukaan/jam. Rata-rata manusia mempunyai berat 65 kg dan mempunyai luas permukaan 1,77 meter persegi memerlukan energi sebesar 1 kilokalori/menit. Kerja disebut aerobik bila *suplay* oksigen pada otot sempurna, sistem kekurangan oksigen dan kerja menjadi anaerobik. Hal ini dipengaruhi oleh aktivitas fisiologi yang dapat ditingkatkan melalui latihan. Pengukuran fisiologi ini dapat digunakan untuk membandingkan kebutuhan energi pada suatu kegiatan dengan kegiatan yang lain pada orang yang sama. Dr. Lucien Brouha telah membuat tabel klasifikasi beban kerja dalam reaksi fisiologi, untuk menentukan berat ringannya suatu pekerjaan.

2.8 Baterai

Baterai sebagai sumber arus listrik searah (DC) dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu baterai elemen kering dan elemen basah. Baterai dapat disebut juga dengan istilah *accu* atau *accumulator* yang berarti menghimpun. Baterai adalah suatu peralatan yang dapat menghasilkan energy listrik dengan melalui proses kimia. Baterai mempunyai 2 elektroda yaitu elektroda positif dan elektroda negatif. Suatu beban apabila terhubung dengan elektroda-elektroda baterai, maka akan timbul reaksi elektro kimia dan terjadilah aliran arus listrik dari kutub positif menuju negatif. Baterai adalah alat untuk menyimpan sumber dari tenaga listrik dengan melalui proses elektrokimia sehingga sumber dari tenaga listrik dapat diubah menjadi tenaga kimia dan sebaliknya tenaga kimia menjadi tenaga listrik.



Gambar 2.6. Baterai 12-Volt, 60 Ah

2.9 Motor Listrik DC

Motor listrik DC adalah komponen elektromekanik yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak yang akan dimanfaatkan untuk menggerakkan mata pisau gergaji alat pemanen sawit. Putaran motor DC akan memutar pully yang di kombinasikan dengan komponen Reciprocating shaft yang akan mengubah putaran menjadi gerakan maju-mundur pisau alat pemanen sawit.

2.10

2.10.1 Torsi Mesin Pemanen Buah Sawit Elektrik



Gambar 2.7. Motor listrik DC

2.11 Parameter Pengamatan Perhitungan torsi dapat dicari menggunakan rumus fisika Newton (Christian et al. 2018) :

$$\text{BHP} = \text{torsi} \times \text{RPM} / 5252 \dots \dots \dots (4)$$

dimana :

BHP = Daya mesin (Watt)

Torsi = Torsi mesin dalam lb-ft

RPM = Putaran mesin per menit yang digunakan

2.11.1 Kapasitas Kerja Alat

Kapasitas kerja alat merupakan suatu cara untuk mengukur produktivitas kerja pemotongan pelepah suatu alat mesin pemotong pelepah. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui keefektifan alat tersebut agar dapat dikatakan layak digunakan atau tidak layak. Pengukuran kapasitas alat (pelepah/jam) dilakukan dengan membagi banyaknya tandan buah pelepah kelapa sawit yang dipotong terhadap waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemotongan (Christian et al. 2018).

$$\text{Kapasitas kerja alat} = \frac{\text{Banyak pelepah yang terpotong}}{\text{Waktu pemotongan (jam)}} \dots\dots\dots(5)$$

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Bengkel Firman, Jalan Taut No. 125, Kelurahan Sidorejo, Kecamatan Medan Tembung.

3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 3.1. Jadwal tugas akhir

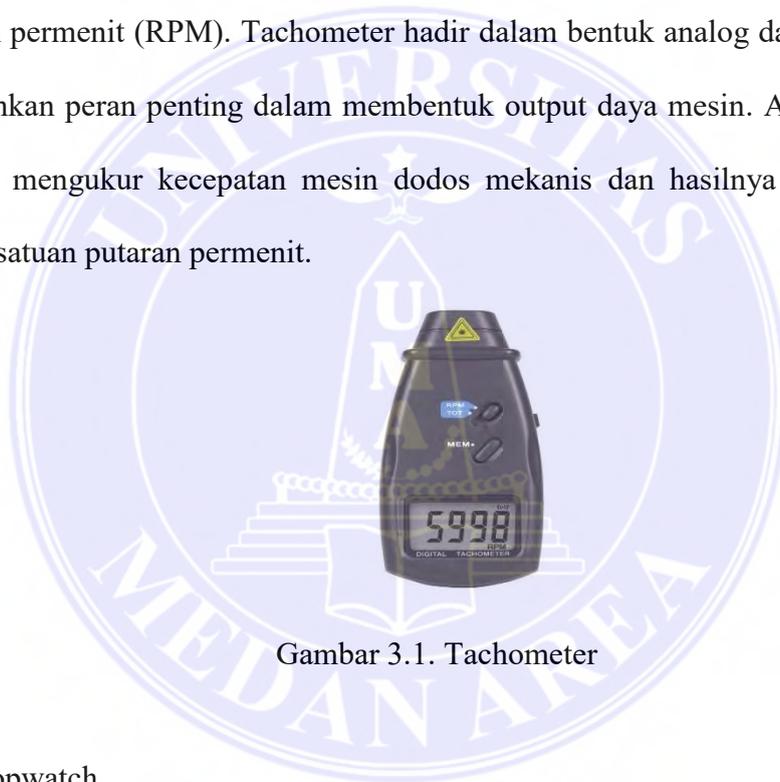
Kegiatan	2024/2025							
	Juni 2024	Juli 2024	Agustus 2024	september 2024	Oktober 2024	Februari 2025	April 2025	Mei 2025
Pengajuan Judul seminar proposal								
persiapan alat dan bahan								
pembuatan mesin								
dodos								
pengujian mesin								
dodos laporan seminar								
hasil evaluasi dan persiapan sidang								
sidang sarjana								

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan penelitian adalah sebagai berikut :

a. Tachometer

Tachometer dalam penelitian ini sebagai alat pengukur kecepatan mata pisau mesin dodos tenaga surya, merupakan perangkat yang dirancang untuk mengukur kecepatan benda yang berputar seperti operasi mesin dalam satuan putaran permenit (RPM). Tachometer hadir dalam bentuk analog dan digital yang memainkan peran penting dalam membentuk output daya mesin. Alat ini bekerja dengan mengukur kecepatan mesin dodos mekanis dan hasilnya diukur dalam satuan satuan putaran permenit.



Gambar 3.1. Tachometer

b. Stopwatch

Metode Stopwatch dalam penelitian ini sebagai alat pengukur waktu yang ditujukan dalam pemanenan buah sawit akan diketahui berapa lama untuk proses pemotongn satu buah sawit. Dari hasil pengukuran maka diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu proses pemanen buah sawit.



Gambar 3.2. Stopwatch

c. Multitester

Multimeter digunakan untuk mengukur besaran arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik. Pengukuran dilakukan dalam keadaan arus searah maupun arus bolak-balik. Selain itu, multimeter juga dapat digunakan untuk mengukur nilai dan kualitas kerja dari induktor, kapasitor, dioda, dan transistor.



Gambar 3.3. Multitester

3.3 Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan Untuk mengetahui kapasitas kerja, dan kebutuhan energi atau daya baterai pada alat dodos tenaga surya pada pemotongan pelepah sawit dengan ketinggian pohon 3 meter. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif, dengan melakukan pengujian secara langsung unjuk kerja mesin dodos elektrik, serta menganalisa data yang didapat selama pengujian. pada jumlah pemotongan pelepah kelapa sawit dengan daya 100 watt, 200 watt, dan 300 watt. Tempat penelitian dilakukan di Bengkel Firman,

Jalan Taut No. 125, Kelurahan Sidorejo, Kecamatan Medan Tembung. Dimana metode penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas kerja dari mesin pemanen buah sawit elektrik pada pemotongan pelepah kelapa sawit. dengan daya 100 watt, 200 watt, 300 watt.

3.4 Populasi dan Sampel

Dari uji kinerja dapat dilihat bahwa jumlah pemotongan yang terbanyak pada tinggi pohon 3 m. Secara keseluruhan, kapasitas kerja alat dodos mekanis lebih tinggi dibanding manual. Kapasitas kerja efektif rata-rata pada alat pemotong buah dan pelepah sawit manual dan mekanis pada tinggi pohon 2 m, 533 pelepah/jam dan 696 pelepah/ jam, pada tinggi pohon 3 m, 718 pelepah/jam dan 951 pelepah/jam, sedangkan 5 m memiliki rata-rata pemotongan pelepah sebanyak 495 pelepah/jam dan 710 pelepah/ jam. Torsi mesin dodos tipe Husqvarna 327 LDx sebesar 1,5 Nm dengan konsumsi bahan bakarnya sebanyak 0,336 L/h.

Tabel 3.2. Populasi dan sampel

No	Daya (watt)	Putaran (RPM)	Ketinggian pohon (m)	Jumlah pelepah terpotong/jam
1	100	200	2	510
2	200	200	3	480
3	300	200	4	425

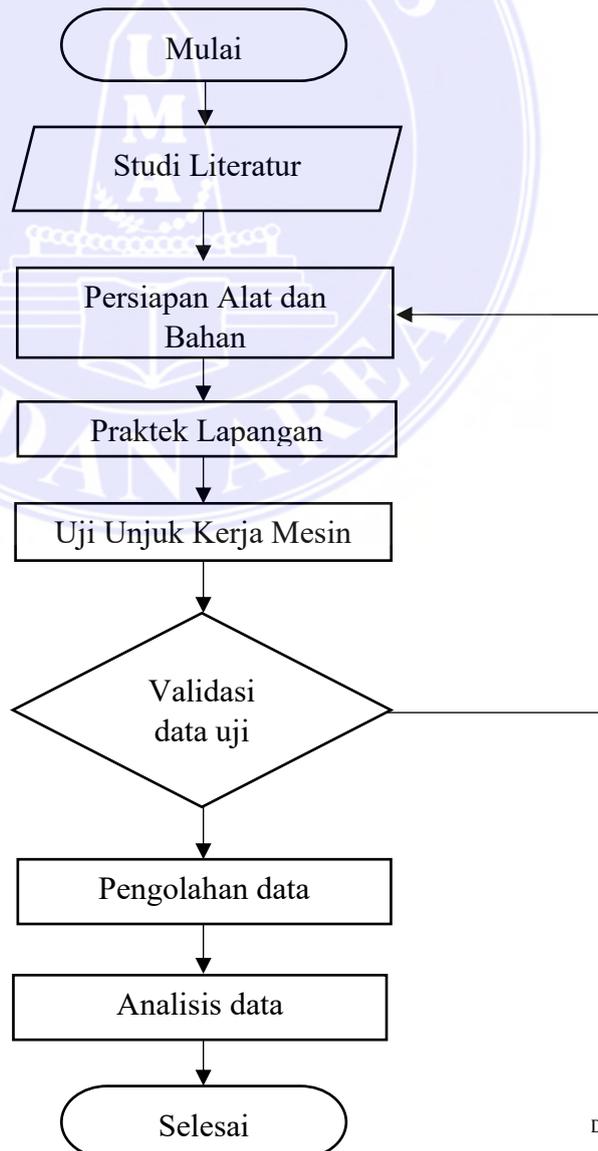
3.5 Prosedur Kerja

Langkah-Langkah analisis durabilitas mesin dodos buah sawit tenaga elektrik ini terdiri dari beberapa Langkah :

- a. Pengujian alat kerja.
- b. Pengamatan data.
- c. Menganalisis semua data penelitian yang telah diperoleh.

3.6 Diagram Alir

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada Gambar dibawah ini:



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Dihasilkan alat pemotong pelepah sawit elektrik dengan rangka bodi, part utama, poros, pengarah, pengait mata pisau, penutup bawah dan sisi kanan. Pada rangka bodi alat memiliki ukuran 130mm x 100mm x150mm. Motor penggerak yang digunakan adalah motor listrik DC dengan daya 746 watt. Kecepatan pada *pulley* besar yang direduc menjadi 200 rpm kepada *pulley* kecil. Hasil proses perhitungan untuk poros pada motor dan poros transmisi menunjukkan bahwa pembebanan aman. Sedangkan untuk poros penggerak diharuskan untuk menggunakan tambahan penyangga berupa *rubber mounting*. Hal ini dilakukan untuk menambahkan tingkat kekuatan poros penggerak agar tidak terjadi pembengkokan. Pada proses pemotongan pelepah pohon umur 4 tahun waktu yang dibutuhkan 20-25 detik sedangkan pohon umur 8 tahun 30-40 detik.

5.2. Saran

1. Peneliti menyarankan agar mesin pemanen sawit mekanis tipe Husqvarna 327 LDx ini dapat dikembangkan dan disosialisasikan kepada masyarakat tentang produktifitasnya yang tinggi serta dapat menurunkan resiko kecelakaan kerja.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan beberapa operator, agar mendapatkan data yang lebih akurat.

Diharapkan penelitian selanjutnya mesin pemotong pelepah sawit dapat dibuat lebih ringan dan praktis dengan mengubah tata letak motor listrik DC.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, D, Abdul Jelani, and S K Roy. 2000. "Evaluation of Design Parameters of Sickle Cutter and Claw Cutter for Cutting Oil Palm Frond." 31: 55–60.
- Christian, Aldo, Sandi Asmara, Cicih Sugianti, and Mareli Telaumbanua. 2018. "Untuk Kerja Alat Pemotong Pelepah Sawit Tipe Dodos Secara Manual Dan Mekanis Menggunakan Mesin Husqvarna 327 Ldx." *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)* 7(1): 15.
- Haryanto, A., Lanya. B., Triyono. S., Saputra. W., dan Setyowati. N. 2011. Analisis Energi Masukan-Keluaran Pada Proses Produksi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jacq.*). *Jurnal AGRITECH*, Vol. 31, No. 3 hal. 153 - 160.
- Suwanda, Totok et al. 2023. "Pembuatan Alat Pemanen Sawit Elektrik." *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik (JUPRIT)* 2(1): 90–104.
- Sari, A. D., Suryoputro. M. R., Putra., P. S. and Maulidyawati. S. B. 2016. Work Physiology Evaluation of Laundry Workers. *International Conference on Engineering and Technology for Sustainable Development (ICET4SD)*. Vol 105 hal. 1-6
- Yulianto, P., dan Muliawan. A., 2016. Pengaruh Variasi Putaran Mesin Terhadap Daya pada *Engine Cummins* Ktta 38 C. *J. Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*. Vol
- Tarigan, A.A., Daulay. S.B., dan Munir. A.P. 2013. Rancang Bangun Alat P e m o t o n g Pelepah Kelapa Sawit Mekanis. *J. Rekayasa Pangan dan Pert.*, Vol 1 No.4. hal. 111-116.
- Johannes, H. 2013. Perancangan dan Pembuatan Prototipe Alat Panen Kelapa Sawit Berpenggerak Motor Bakar. *Skripsi*. Teknik Mesin. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Wignjoesobroto, S. 1995. *Ergonomika Studi Gerak dan Waktu*. Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja. Guna Widya. Surabaya.
- Sitkey, G. 1986. *Mechanics Of Agricultural Material*. Elsevier. New York (US).
- Smith, H. P. and Wilkes . L. H.. 1990. *Mesin dan Peralatan Usaha Tani*.
Terjemahan Tri Purwadi. UGM Press. Yogyakarta.
- Tarigan, A.A., Daulay. S.B., dan Munir. A.P. 2013. Rancang Bangun Alat Pemotong Pelepah Kelapa Sawit Mekanis. *J. Rekayasa Pangan dan Pert.*, Vol 1 No.4. hal. 111-116.
- Rizaldi, T. 2006. *Mesin Peralatan*. USU Press. Medan.

Lampiran



Gambar 1. Lampiran Alat Mekanis



Gambar 2. Lampiran Alat Panen Manual



Gambar 3. Lampiran Mesin Mekanis



Gambar 4. Lampiran Mengukur Tinggi Pohon



Gambar 5. Lampiran Mengukur Alat