

**RANCANG BANGUN ALAT PEMOTONG PELEPAH KELAPA
SAWIT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI TENAGA SURYA**

SKRIPSI

OLEH :

SENIMAN HATI HULU

17.812.0001



**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

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 13/7/23

**RANCANG BANGUN ALAT PEMOTONG PELEPAH KELAPA
SAWIT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI TENAGA SURYA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area



OLEH :

SENIMAN HATI HULU

17.812.0001

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

MEDAN

2023

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 13/7/23

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Pemotong Pelepah Kelapa Sawit

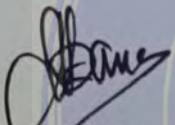
Menggunakan Teknologi Tenaga Surya

Nama : Seniman Hati Hulu

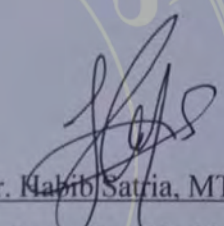
Npm : 17.812.0001

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing


(Dr. Ir. Dina Maizana, M)

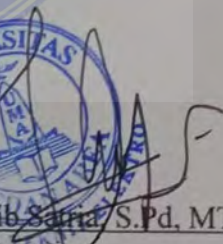
Dosen Pembimbing I


(Ir. Habib Satria, MT, IPP)

Dosen Pembimbing II


(Rahmadyan S.Kom.Mkom)

Dekan Fakultas Teknik


(Habib Satria S.Pd, MT)

Ketua Prodi Teknik Elektro

Tanggal Lulus : 13 Februari 2023

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 ini yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumber nya secara jelas sesuai dengan 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 di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 13 Februari 2023



Seniman Hati Hulu

17.812.0001

LEMBAR PERNYATAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Sivitas Akademik universitas Medan Area, Saya Yang Bertanda Tangan

Dibawah Ini :

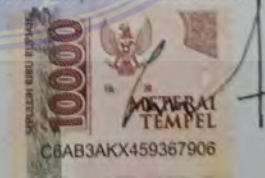
NAMA : SENIMAN HATI HULU
NPM : 178120001
PRODI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JENIS KARYA : TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusiv royalty- Free Right)** atas Karya Ilmiah Saya yang berjudul :

“RANCANG BANGUN ALAT PEMOTONG PELEPAH KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI TENAGA SURYA”

Dengan hak bebas royalty noneksklusif ini, Universitas Medan Area Berhak Menyimpan, Mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 13 Februari 2023



Seniman Hati Hulu

178120001

Abstrak

Pemakaian energi selama ini masih banyak menggunakan energi yang habis pakai atau tidak bisa di perbarui, seperti minyak bumi, batubara dan gas bumi. Semakin meningkatnya kebutuhan energi maka usaha manusia untuk mengeksplorasi energi habis pakai turut meningkat. Sehingga energi matahari sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pengganti minyak, batubara dll. Sejalan dengan permasalahan yang diungkapkan, tujuan penelitian ini adalah untuk merancang alat pemotong pelepah tenaga surya motor dc.

Desain alat pemotong pelepah menggunakan energi alternatif dari cahaya matahari yang diubah menjadi energi listrik menggunakan panel surya kemudian disimpan dalam baterai aki 12 volt 12 Ah dan dialirkan ke beban melalui scc. Energi yang tersimpan di aki digunakan sebagai sumber listrik jika daya yang dihasilkan panel surya kurang. Cara pengamatan yang dilakukan adalah pengambilan data terkait nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya, lama pemotongan pelepah, banyak pelepah yang terpotong dan lama kerja alat. Peralatan yang digunakan untuk pengukuran ini antara lain : lux meter, stopwatch, ampemeter dan meteran.

Abstrack

Energy use so far still uses energy that is consumable or non-renewable, such as oil, coal and natural gas. The increasing need for energy, the human effort to exploit consumable energy also increases. So that solar energy has the potential to be utilized as a substitute for oil, coal etc. In line with the problems stated, the purpose of this study was to design a dc motor solar powered cutting tool.

The frond cutting tool design uses alternative energy from sunlight which is converted into electrical energy using solar panels and then stored in a 12 volt 12 Ah battery and channeled to the load via the SCC. The energy stored in the battery is used as a source of electricity if the power generated by the solar panels is insufficient. The observation method used is collecting data related to the voltage and current values generated by the solar panel, the length of time for cutting the fronds, the number of fronds that are cut and the duration of the tool's operation. The equipment used for this measurement include: lux meter, stopwatch, ammeter and meter.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Nias Selatan pada tanggal 03 November 1998 dari ayah Fangahato Hulu dan ibu Adilisa Lase penulis merupakan anak ke dua dari lima bersaudara.

Tahun 2017 penulis lulus dari SMKN 1 Pkl. Kerinci dan pada tahun 2017 penulis mendaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area jurusan Teknik Elektro.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi lebih memahami serta memperdalam pengetahuan tentang dunia Elektro serta berbagai hal yang berhubungan dengan kelistrikan, yang bisa diterapkan penulis dalam kehidupan sehari-hari. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT.ADEI NILO PLATATION AND INDUSTRY KELAPA SAWIT KNB 2.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dan penulisan skripsi dengan baik.

Tema yang dipilih dalam rancangan ini adalah **“Rancang Bangun Alat Pemotong Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Teknologi Tenaga Surya”** Skripsi ini di susun guna menyelesaikan Program Pendidikan Srata 1 Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Dalam penyelesaian penulisan skripsi ini, penulis banyak sekali menerima bantuan baik berupa materil, tenaga maupun moril dari banyak pihak. Dan pada kesempatan ini penulis ingin berterimakasih kepada :

1. Orang tua yang telah memberi doa dan dukungan secara moral maupun material kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dadan Ramdan, M.Eng, M.sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Rahmadsyah, S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
4. Ibu Dr. Ir, Dina Maizana M.T selaku pembimbing ke- 1 yang telah senantiasa membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Habib Satria, MT, IPP selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area dan juga sebagai pembimbing ke-2 yang senantiasa memberi arahan dan masukan kepada penulis.
6. Seluruh staf tata usaha Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang senantiasa memberi bantuan dalam bidang adminstrasi.

7. Ucapan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dalam melakukan penelitian.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritikan dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Akhirnya penulis kembali mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah menolong penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga dapat bermanfaat bagi siapapun yang membacanya.



Hormat Penulis

(Seniman Hati Hulu)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
Abstrak	iii
Abstrack	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Dan Alat Panen Kelapa Sawit	6
2.2 Solar Cell/Panel Surya	7
2.3 Solar Charge Controller	8
2.4 Batrai	9
2.5 Pisau Pemanen Sawit	10

2.6	Pipa Galah Teleskopik	11
2.7	Connecting Joint.....	12
2.8	Rangka (Frame).....	13
2.9	Dinamo Stater Motor.....	14
2.9.1	Fungsi dan Prinsip Kerja Dinamo Stater	15
2.9.2	Cara Kerja Dinamo Stater	16
2.9.3	Komponen- Komponen Dinamo Stater	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		18
3.1	Waktu Dan Tempat Penelitian	18
3.2	Perencanaan Parancangan Sistem	19
3.3	Pemilihan Komponen yang digunakan.....	20
3.4	Spesifikasi Komponen.....	21
3.3.1	Panel Surya.....	22
3.3.2	Solar Charge Controller.....	23
3.3.3	Motor Listrik.....	24
3.3.4	Batrai.....	25
3.5	Langkah Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Hasil Perancangan Alat	27
4.2	Komponen Utama	28
4.3	Perancangan Sistem Elektrik.....	29
4.4	Perakitan Alat.....	30
4.5	Proses Pemotongan Pelepah.....	31
4.6	Kapasitas Efektif Alat	32

4.7 Perbandingan Data	33
4.8 Lama Pengoperasian	34
4.9 Hasil Pengujian Panel Surya	35
4.9.1 Pengujian Solar Cell Terhadap Sinar Matahari.....	36
4.9.2 Proses Pengisian Batrai	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38



DAFTAR GAMBAR

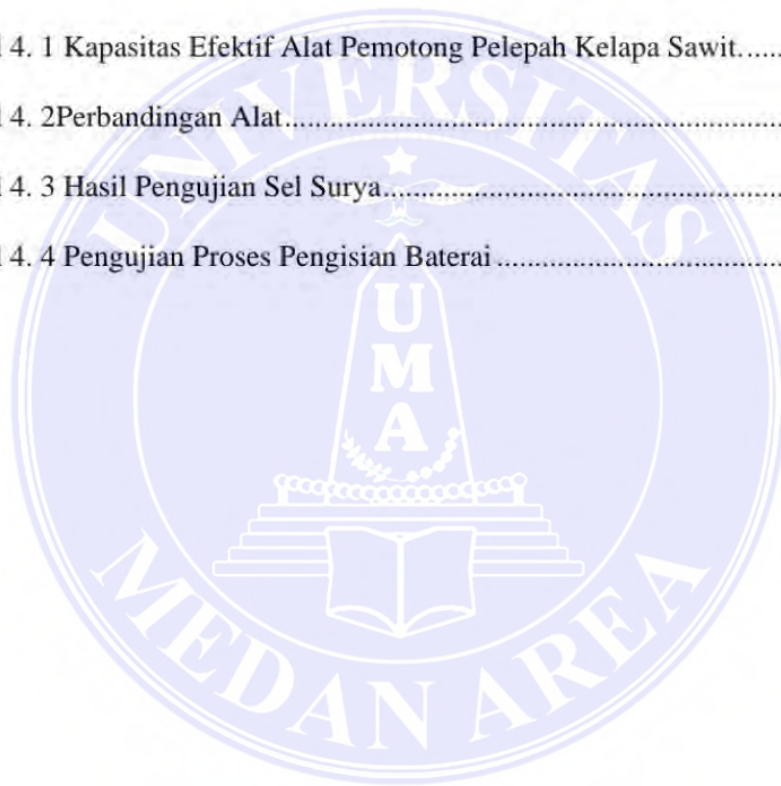
Gambar 2. 1 Proses pengubahan energi matahari pada sel surya	7
Gambar 2. 2 Solar Charge Controller	9
Gambar 2. 3 Baterai	10
Gambar 2. 4 Berbagai Macam Alat Potong Panen Sawit	11
Gambar 2. 5 Pipa Galah Teleskopik PalmPro.....	12
Gambar 2. 6 Conekting Joint	12
Gambar 2. 7 Pemanfaatan Kembali Rangka Mesin Babat Rumput Bekas	13
Gambar 2. 8 Starter Konvensional	14
Gambar 2. 9 Dinamo Stater Tipe Reduksi	15
Gambar 2. 10 Dinamo Stater Tipe Planetary	15
Gambar 2. 11 Komponen Dinamo Stater	17
Gambar 2. 12 Pule Core	18
Gambar 2. 13 Yuke	18
Gambar 2. 14 Amatur Shaft	18
Gambar 2. 15 Brush	18
Gambar 2. 16 Armature Brake	18
Gambar 2. 17 Drive Lever	19
Gambar 2. 18 Stater Cluch	19
Gambar 2. 19 Selenoid.....	19
Gambar 2. 20 Pinion Gear.....	19
Gambar 3. 1 Perencanaan Perancangan Alat	20
Gambar 3. 2 Panel Surya.....	22

Gambar 3. 3 Solar Charger Controller	23
Gambar 3. 4 Baterai	24
Gambar 4. 1 Kerangka Alat Pemotong Pelepah.....	26
Gambar 4. 2 Skema Diagram Penelitian	27
Gambar 4. 3 Gambar Motor Stater.....	29
Gambar 4. 4 Baterai Yang Digunakan	29
Gambar 4. 5 Pemotongan Pelepah	33



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat Dan Bahan Yang digunakan.....	22
Tabel 3. 2 Spesifikasi Panel Surya.....	22
Tabel 3. 3 Solar Charge Controller	23
Tabel 3. 4 Spesifikasi Motor	24
Tabel 3. 5 Spesifikasi Baterai	24
Tabel 4. 1 Kapasitas Efektif Alat Pemotong Pelepah Kelapa Sawit.....	34
Tabel 4. 2 Perbandingan Alat.....	35
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sel Surya.....	37
Tabel 4. 4 Pengujian Proses Pengisian Baterai	38



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kelapa sawit di Indonesia saat ini memiliki luas yang terus berkembang dan tidak hanya merupakan monopoli perkebunan besar negara negara atau perkebunan swasta saja. Saat ini perkebunan rakyat juga sudah berkembang dengan pesat. Hal ini di sebabkan karena tingginya permintaan minyak kelap sawit disamping digunakan bahan mentah industri pangan juga di gunakan sebagai bahan mentah non pangan dan begitu juga dengan limbahnya yang masih bisa dimanfaatkan lagi oleh industri-industri lainya sebagai sumber energi bahan bakar dan sebagai bahan pendukung dalam kelangsungan proses produksi. Salah satu faktor yang paling banyak mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitasi kelapa sawit adalah faktor panen.

Faktor panen disini tidaklah bisa dilakukan secara sembarangan melainkan harus dilakukan sebagai tahapan, salah satunya adalah panen harus dilakukan di saat kematangan buah optimum, agar memperoleh tingkat kandungan minyak dalam daging buah yang maksimum dengan rendemen yang optimal dan tentunya dengan mutu minyak yang baik. Untuk mengetahui kebutuhan panen ini dibutuhkan sebuah peralatan sebagai sarana penunjang dalam hal pemanenan buah kelapa sawit, maka perlu adanya suatu alat bantu pemanen untuk mempermudah pekerjaan yang dilakukan dan tentunya dengan mempertimbangkan masalah kesehatan dan keselamatan kerja ramah lingkungan. Sebelumnya sudah ada inovasi-inovasi mengenai peralatan pemanen buah kelapa sawit ini tetapi masih banyak terdapat

kelemahan. Adapun kelemahan-kelemahan tersebut yaitu : Beberapa produk masih menggunakan sistem motor bakar sebagai sumber energinya, Produk yang sudah ada dinilai kurang aman terhadap kesehatan dan keselamatan kerja, Harga jual produk-produk masih tergolong sangat mahal.

Oleh sebab itu peneliti melakukan suatu inovasi terbaru untuk menghasilkan sebuah alat pemanenbuah kelapa sawit yang lebih aman, ringan, mudah, dapat dijangkau oleh semua kalangan dan tentunya ramah terhadap lingkungan yang merupakan kelebihan dan keunggulan dari produk pemanen sebelumnya. Dalam penelitian ini saya mengembangkan mesin pemotong pelepah kelapa sawit menggunakan AKI sebagai sumber energinya. Sehingga diharapkan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energi. Penggunaan energi listrik ini tidak menyebabkan polusi seperti mesin pemotong pelepah kelapa sawit bertenaga BBM.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang alat pemotong pelepah menggunakan panel surya.
2. Bagaimana mendapatkan hasil pemotongan yang optimal.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya masalah karena keterbatasan pengetahuan dan waktu agar lebih mempermudah memahami permasalahan yang akan dibahas maka perlu batasan masalah yaitu :

1. Ketinggian pohon kelapa sawit yang akan di pruning maksimal 3 meter.
2. Merakit dan memilih komponen-komponen serta membuat alat dapat memotong pelepah.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian alat pemanen TBS dengan sistem elektronik ramah lingkungan ini adalah :

1. Bagaimana merancang alat pemotong pelepah menggunakan panel surya
2. Mengetahui kapasitas efektif alat dalam memotong.

1.5 Manfaat penelitian

Hasil dari penelitian ini di harapkan dapat menjadi acuan dasar dalam dunia kerja pada bidang perkebunan kelapa sawit.

1. Mengembangkan alat dengan sumber energi terbarukan.
2. Mengurangi berat mesin pemotong pelepah bagi pengguna.
3. Mempercepat pekerjaan sehingga dapat meningkatkan produksi dalam hal prodksi TBS.
4. Mempermudah kinerja proses pemotongan pelepah.
5. Mendapatkan alat pemotong pelepah dengan harga terjangkau sehingga dapat dimiliki oleh semua kalangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini, tersusun dalam beberapa bab, dengan susunan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menerangkan secara singkat latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, Batasan masalah, tujuan, metode penelitian dan manfaat penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang pembahasan teori-teori yang berhubungan dengan pokok pembahasan dalam penelitian sehingga hasil yang didapatkan lebih optimal.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat tentang alat yang akan dirancang, dan pembuatan alat pemotong pelepah kelapa sawit tenaga surya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan Pembahasan, merupakan bagian dari pengolahan data perancangan alat dan pengujian alat pemanen TBS.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan Saran, berisikan tentang kesimpulan dari hasil perancangan alat pemanen TBS dengan sistem panel surya serta saran terhadap pihak terkait dalam penelitian ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Alat Panen Kelapa Sawit

Pemanenan tandan kelapa sawit di Indonesia saat ini masih dilakukan dengan alat sederhana, yaitu alat yang dinamakan dodos dan egrek. Dodos adalah pisau yang digunakan untuk memotong pelepah maupun tandan dengan cara menusuk. Egrek adalah pisau berbentuk sabit digunakan untuk memotong pelepah maupun tandan dengan cara ditarik. Proses pemanenan kelapa sawit menggunakan dodos pemanenan menggunakan alat konvensional secara manual dapat menurunkan produktivitas kerja dan resiko kecelakaan kerja. Mengingat proses panen kelapa sawit yang kurang efektif dari segi waktu dan kurang baik bagi kesehatan petani. Atas dasar itu, penulis berusaha menelusuri literatur dan mereview hasil-hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan proses panen kelapa sawit. Mesin babat rumput gendong pada umumnya bergerak rotasi untuk memotong rumput. Mesin babat rumput ini nantinya dirancang menjadi alat panen sawit.

Gerak mata pisau akan dirubah menjadi gerak translasi untuk melakukan pemotongan pada tandan sawit. Alat panen sawit ini nantinya akan memberikan kemudahan dari segi waktu kerja dan mengurangi resiko petani. Sehingga petani tidak lagi memerlukan banyak tenaga untuk melakukan pemotongan pada tandan sawit. Proses Penggunaan mesin babat rumput gendong berdasarkan uraian diatas, maka penulis menawarkan solusi yaitu berupa rancangan mesin panen sawit melalui rekayasa dari mesin pemotong rumput gendong. Dimana alat ini dapat memotong tandan kelapa sawit dan galah dapat diatur ketinggiannya sesuai tinggi

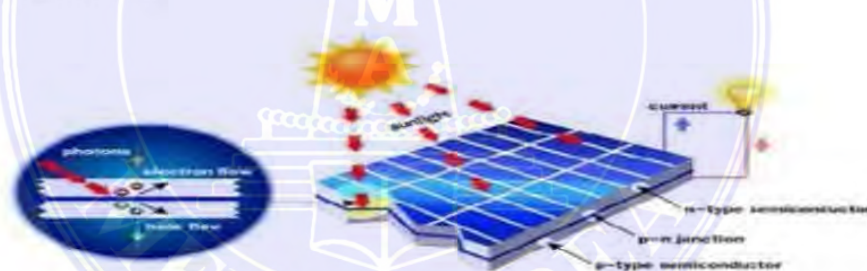
kelapa sawit. Alat ini akan digunakan sebagai alternatif solusi untuk membantu petani (sebagai langkah awal) dalam proses panen sawit. Tujuan dari rekayasa mesin panen sawit ini yaitu : Pengembangan mesin babat rumput menjadi alat panen sawit dan membuat desain dan menghasilkan alat yang dapat dimanufaktur dan digunakan pada perkebunan kelapa sawit dan petani rakyat kelapa sawit dengan menggunakan sistem transmisi yang bergerak bolak balik pada dodos ataupun egrek.

Alat ini sangat tepat digunakan oleh petani kecil dalam mengelola kelapa sawit. Dimana dalam mengelola kelapa sawit banyak memerlukan biaya perawatan serta biaya panen kelapa sawit. Sehingga jika menggunakan alat panen sawit dapat lebih efisien dari segi waktu dan berkurangnya resiko kecelakaan kerja.

2.2 Sollar cell/ Panel Surya

Sel Surya atau *Solar Cell* adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Yang dimaksud dengan Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau *Solar Cell* sering disebut juga dengan Sel Photovoltaic (PV). Efek *Photovoltaic* ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839. Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sama seperti Dioda Foto (Photodiode), Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki Positif dan kaki

Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik. Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (Photodiode) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan Tegangan dan Arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya. Contohnya, sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan Arus setinggi 0,1A saat terkena (*expose*) cahaya matahari. Saat ini, telah banyak yang mengaplikasikan perangkat Sel Surya ini ke berbagai macam penggunaan. Mulai dari sumber listrik untuk Kalkulator, Mainan, pengisi baterai hingga ke pembangkit listrik dan bahkan sebagai sumber energi listrik untuk menggerakkan Satelit yang mengorbit Bumi kita. Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik ditunjukkan dalam gambar dibawah ini.



Gambar 2. 1 Proses pengubahan energi matahari pada sel surya

(<http://tenagasuryaku.com/20011/02/03/solar-sell>)

Matahari terdiri dari partikel sangat kecil yang disebut dengan Foton. Ketika terkena sinar Matahari, Foton yang merupakan partikel sinar Matahari tersebut menghantam atom semi konduktor silikon Sel Surya sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan Negatif (-) tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita

konduksi dari material semikonduktor. Atom yang kehilangan Elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan "hole" dengan muatan Positif (+). Daerah Semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai Pendonor elektron, daerah semikonduktor ini disebut dengan Semikonduktor tipe N (N-type). Sedangkan daerah semikonduktor dengan Hole bersifat Positif dan bertindak sebagai Penerima (*Acceptor*) elektron yang dinamakan dengan Semikonduktor tipe P (P-type).

Di persimpangan daerah Positif dan Negatif (PN Junction), akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan hole untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron akan bergerak menjauhi daerah Negatif sedangkan Hole akan bergerak menjauhi daerah Positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu maupun perangkat listrik lainnya di Persimpangan Positif dan Negatif (PN Junction) ini, maka akan menimbulkan Arus Listrik.

2.3 Solar Charge Controller

Solar charger controloller pada sistem panel surya atau sering disebut SCC atau battery control unit (BCU) atau Battery Control Regulator (BCR) adalah bagian yang cukup penting. Peran utama SCC adalah melindungi dan melakukan otomatisasi pada pengisian baterai. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem dan menjaga agar masa pakai baterai dapat dimaksimalkan. Ada beberapa kondisi yang dapat dilakukann oleh Solar Charger Controller pada sistem panel surya :

1. Mengendalikan tegangan panel surya Tanpa fungsi kontrol pengendali antara panel surya dan baterai, panel akan melakukan pengisian baterai melebihi tegangan daya yang ditampung baterai, sehingga dapat merusak sel yang

terdapat di dalam baterai dan dapat mengakibatkan meledak jika baterai diisi daya secara berlebihan

2. Mengawasi tegangan baterai Scc dapat mendeteksi saat tegangan baterai anda terlalu rendah. Bila tegangan baterai turun di bawah tingkat tegangan tertentu, SCC akan memutuskan beban dari baterai agar daya baterai tidak habis. Penggunaan baterai dengan kapasitas daya yang habis, akan merusak baterai, bahkan tidak dapat digunakan kembali.
3. Menghentikan arus terbalik pada saat malam hari. Pada malam hari, panel surya tidak menghasilkan arus, karena tidak terdapat lagi sumber energi, yaitu matahari. Arus yang terdapat dalam baterai dapat mengalir terbalik ke panel surya, dan ini dapat merusak sistem pada panel surya.



Gambar 2. 2 Solar Charge Controller

(<http://eprints.ums.ac.id>)

2.4 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. Fungsi baterai adalah untuk memberikan sumber tenaga listrik yang cukup pada sebuah peralatan misalnya untuk menghidupkan mobil/motor (starter) serta melayani proses pada sistem pengapian hingga melayani penerangan lampu dan kebutuhan lainnya pada mobil atau motor. Batrai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang.



Gambar 2. 3 Baterai

(Sumber: Mismail, 2011)

2.5 Pisau Pemanen Sawit

Pisau pemanen sawit dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam yaitu :

- a. Pisau dodos
- b. Pisau egrek
- c. Pisau gergaji.

Penggunaan alat ini tergantung dari umur atau ketinggian pohon sawit. Berdasarkan tinggi tanaman ada 2 cara panen yang umum dilakukan oleh perkebunan kelapa sawit, yaitu :

- a) Umur tanaman ≤ 7 tahun Cara pemanenannya dengan menggunakan pisau dodos dan gergaji.
- b) Umur tanaman > 7 tahun Cara pemanenannya dengan menggunakan pisau egrek sabit.

Pisau egrek sabit ini juga dapat digantikan dengan berbagai macam alat potong lainnya untuk memotong pelepah dan buah sawit, yaitu seperti : Dodos (*Chisel*) dan Gergaji (*Pruner Saw/ Chain Saw*). Alat-alat potong ini juga harus disesuaikan dengan fungsinya dan cara kerjanya pada saat melakukan proses pemanenan. Tentunya penggunaan alat-alat potong ini juga harus disesuaikan terhadap sudut elevasi antara posisi operator pada saat proses pemotongan dengan posisi galah teleskopiknya, agar nantinya mendapatkan posisi yang ideal sehingga memudahkan dalam hal melakukan proses pemanenan dengan selalu mempertimbangan dalam hal kesehatan dan keselamatan kerja operator.

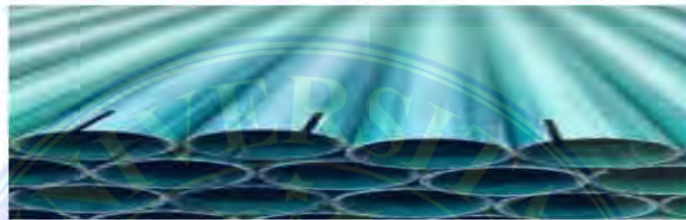


Gambar 2. 4 Berbagai Macam Alat Potong Panen Sawit

2.6 Pipa Galah Teleskopik

Pipa galah teleskopik ini berfungsi sebagai batang penyangga *connecting joint* diantara kedua pipa galah teleskopik agar pada saat dioperasikan alat pemanen TBS ini ketika digabungkan lebih kokoh, tidak bergoyang dan kuat. Material pipa galah

teleskopik ini adalah terbuat dari *Carbon Fiber* yang mempunyai sifat kekakuan yang tinggi. Panjang maksimum Pipa galah teleskopik ini adalah 6 meter, berdiameter dalam 34,38,(mm) dengan tebal 2 mm dan mempunyai berat sebesar 2,7 kg yang mempunyai kelebihan, yaitu: ringan, tahan lama, permukaan batang tidak licin, elastis, mudah diperbaiki dan tidak konduktif. Pada penelitian ini pipa tersebut dibagi menjadi tiga bagian, yaitu pipa-1 (panjang 3 m), pipa-2 (panjang 2 m) dan pipa-3 (panjang 1 m).



Gambar 2. 5 Pipa Galah Teleskopik PalmPro

2.7 Connecting Joint

Connecting Joint untuk menggabungkan antara kedua pipa galah teleskopik ini berfungsi untuk menggerakkan pipa galah teleskopik lainnya sesuai dengan sudut elevasi yang diinginkan oleh operator. Dalam hal sudut pemotongan pada proses pemanenan TBS maupun pemotongan pelepah dapat disesuaikan dengan posisi yang diinginkan dan tentunya dengan mempertimbangkan masalah faktor kesehatan dan keselamatan kerja padasi operator tersebut.



Gambar 2. 6 Conekting Joint

2.8 Rangka (Frame)

Rangka (*Frame*) ini berfungsi sebagai wadah tempat untuk menampung posisi baterai dan perangkat elektrik lainnya. Rangka (*Frame*) ini diambil dari bekas mesin babat rumput. Seperti gambar 2.7 dibawah ini menunjukkan rangka mesin babat rumput yang akan dimanfaatkan kembali. Rangka (*Frame*) ini nantinya akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian bawah untuk posisi baterai dan bagian atas untuk tempat perangkat elektriknya. Untuk bagian bawah terbuat dari plat besi yang berukuran 25 cm x 15 cm x 3 cm dengan tebal plat besi 3 mm dan untuk tambahannya dibagian bawah ditambahkan plat besi dengan tebal 5 m berbentuk kotak yang berfungsi sebagai penyangga antara Rangka (*Frame*) dengan wadah batterainya dan nantinya wadah baterai ini dapat bergerak sendiri secara berputar dengan menyesuaikan posisi operatornya pada saat melakukan proses pemotongan pelepah dan TBS yang dihubungkan dengan sebuah kabel untuk menggerakkan dinamo stater motor.



Gambar 2. 7 Pemanfaatan Kembali Rangka Mesin Babat Rumput Bekas

2.9 Dinamo Stater Motor

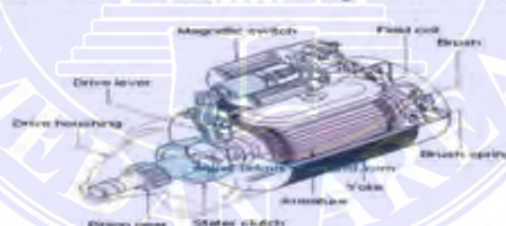
Dinamo stater adalah salah satu bagian dari sistem pada A/E (auxiliary engine) mesin bantu pada sepeda motor tepatnya pada stater motor, untuk memberikan putaran awal pada mesin agar dapat menjalankan sistem kerjanya, yaitu dengan merubah energi listrik menjadi energi gerak untuk memutar fly wheel

melalui pinion gear pada dynamo stater, dan selanjutnya dapat bekerja dengan memberikan putaran mesin melalui siklus pembakaran pada ruang bakar.

Dynamo stater adalah suatu bagian pada mesin dynamo stater yang berfungsi untuk penggerak awal pada mesin sehingga mesin dapat berputar dan melakukan proses pembakaran didalam ruang bakar. Pada sistem kerjanya dynamo stater mendapatkan arus listrik dari baterai untuk dapat menjalankan sistem kerjanya yaitu untuk dapat menghidupkan mesin pada saat start awal.

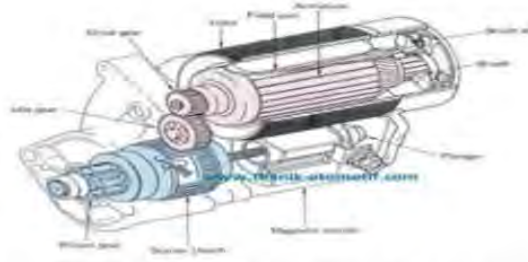
Motor bakar tidak bisa dihidupkan dengan tenaga motor itu sendiri, maka stater digunakan untuk memutar motor bakar pertama kali sampai tercapai putaran tertentu sampai motor dapat hidup stater sebagai penggerak mula untuk menghidupkan motor. Ada tiga jenis stater listrik antara lain :

1. Dinamo stater tipe konvensional : dinamo stater tipe konvensional ini bekerja tanpa adanya pereduksian roda gigi karena motor stater tipe konvensional hanya memiliki satu buah gear yaitu pinion gear saja. moment putar yang dihasilkan pada stater tipe ini kecil dan tidak sebesar tipe motor stater lainnya.



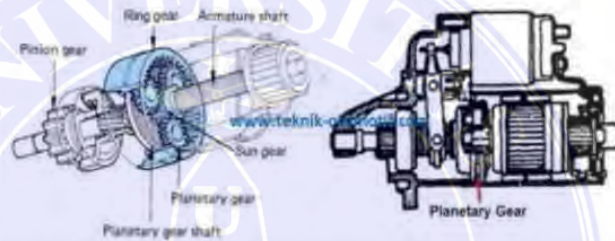
Gambar 2. 8 Starter Konvensional

2. Dinamo stater tipe reduksi : dinamo stater reduksi bekerja dengan adanya pereduksian roda gigi. Pada tipe motor stater ini terdapat roda-roda gigi yang saling mereduksi sehingga akan menurunkan pinion gear nya, namun akan mendapat moment putar yang lebih besar dibandingkan dengan dinamo stater konvensional.



Gambar 2. 9 Dinamo Stater Tipe Reduksi

3. Motor stater tipe planetary : dinamo stater tipe planetary ini hampir sama dengan dinamo stater reduksi yaitu sama- sama adanya pereduksian roda gigi untuk menambah moment putaran yang lebih besar. Pada tipe ini pereduksian putaran dilakukan oleh roda roda gigi planetary.



Gambar 2. 10 Dinamo Stater Tipe Planetary

Roda gigi planetary merupakan roda gigi yang tersusun dari sun gear, planetary gear dan ring gear. Konstruksi dinamo stater tipe planetary ini sama rumitnya dengan dinamo stater tipe reduksi, komponen planetary gear ini terletak diantara poros amature dengan pinion gear.

Poros amature pada tipe ini terhubung dengan sun gear sedangkan ring gear terhubung dengan pinion gear. Fungsi planetary gear ini adalah untuk menghasilkan momen putar yang besar saat di awal untuk memutarakan fly wheel dan ketika fly wheel mulai berputar maka kecepatan putaran pada motor stater akan bertambah.

2.9.1 Fungsi dan Prinsip Kerja Dinamo Stater

1. Fungsi dinamo stater adalah suatu bagian pada mesin sepeda motor yang berfungsi untuk penggerak awal pada mesin sehingga mesin dapat berputar dan melakukan pembakaran didalam ruang bakar, yaitu dengan mengubah energi listrik menjadi energi gerak untuk memutar fly wheel melalui pinion gear pada dinamo stater.
2. Prinsip kerja dinamo stater yaitu :
 1. Gerakan menyekrup maju pinion untuk berhubungan dengan roda gaya diakibatkan adanya kelambatan massa/terlempar pada pinion sewaktu poros bernulir memanjang mulai berputar cepat.
 2. Gerakan menyekrup mundur pinion untuk melepaskan hubungan dengan roda gaya diakibatkan saat motor dipercepat oleh roda gaya sehingga pinion menyekrup mundur.

2.9.2 Cara Kerja Dinamo Stater

1. Pada Saat Motor Switch On (ST)

Arus listrik mengalir :

- a. Arus dari baterai ke kontak kemudian ke terminal 50 dan seterusnya ke hold coil kemudian massa sehingga ada kemagnetan yang menarik plunyer (ke kanan).
- b. Arus dari baterai menuju kontak kemudian terminal 50 diteruskan ke kumparan coil kemudian terminal C diteruskan lagi ke kumparan medan kemudian di anker dan selanjutnya ke massa sehingga :
 1. Magnetik switch plunyer tertarik/aktif.

2. Pinion maju dan berputar lambat (arus nya masih kecil, lewat kontak)
 3. Main switch mulai terhubung
2. Pada Saat Pinion Berkaitan Penuh

Arus listrik mengalir :

- a. Dari baterai ke kontak kemudian terminal 50 setelah itu kumparan perlahan dan kemudian massa.
 - b. Dari baterai ke terminal B kemudian terminal C setelah itu kumparan medan selanjutnya kumparan angker dan massa sehingga motor akan tertahan terkait dengan pinion dan berputar cepat (arus dari baterai langsung lewat main switch ke motor).
3. Pada Saat Stater Switch (Of)
- a. Arus baterai ke terminal B ke main switch kemudian terminal C setelah itu kumparan pull coil diteruskan ke Hold coil dan massa.
 - b. Arus dari baterai ke terminal B setelah itu main switch kemudian terminal C selanjutnya kumparan medan angker dan ke massa.

2.9.3 Komponen- Komponen Dinamo Stater



Gambar 2. 11 Komponen Dinamo Stater

Sumber : <https://images.app.goo.gl/gvaNTd357TCNRM68>

komponen- komponen dan fungsi dinamo atau motor stater konvensional sebagai berikut :

1. Pole core adalah bagian dinamo stater yang berfungsi untuk penopang field coil dan memperkuat medan magnet yang di timbulkan dari field coil.



Gambar 2. 12 Pole Core

2. Yoke adalah bagian dinamo stater yang berfungsi untuk tempat pole core yang diikat dengan sekrup



Gambar 2. 13 Yuke

3. Amature dan Shaft adalah bagian dinamo stater yang berfungsi untuk merubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar.



Gambar 2. 14 Amatur Shaft

4. Brush adalah bagian dinamo stater yang berfungsi untuk meneruskan arus listrik dari field coil ke armature coil langsung ke massa melalui komumator.



Gambar 2. 15 Brush

5. Amature brake adalah bagian dinamo stater yang berfungsi untuk pengereman putaran amature setelah lepas dari perakitan dengan roda penerus yang terletak pada bagian belakang dari motor stater.



Gambar 2. 16 Armature Brake

6. Drive lever atau sift lever adalah bagian dinamo stater yang berfungsi untuk mendorong pinion gear kearah posisi berkaitan dengan roda penerus atau ring gear saat magnetic switc atau solenoid bekerja.



Gambar 2. 17 Drive Lever

7. Stater cluch adalah bagian dinamo stater yang berfungsi untuk memindahkan momen puntir dari amature saft kepada roda penerus sehingga dapat berputar.



Gambar 2. 18 Stater Cluch

8. Magnetik switch atau solenoid stater adalah bagian dinamo stater yang berfungsi untuk menghubungkan dan melepaskan pinion gear ke roda penerus serta untuk menghubungkan arus listrik dari aki menuju field coil, amatur dan ground untuk membuat motor stater berputar.



Gambar 2. 19 Selenoid

9. Gigi pinion atau pinion gear pada starting adalah bagian dinamo stater yang berfungsi untuk meneruskan daya putar stater ke mesin dengan memutarakan ring gear.



Gambar 2. 20 Pinion Gear

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

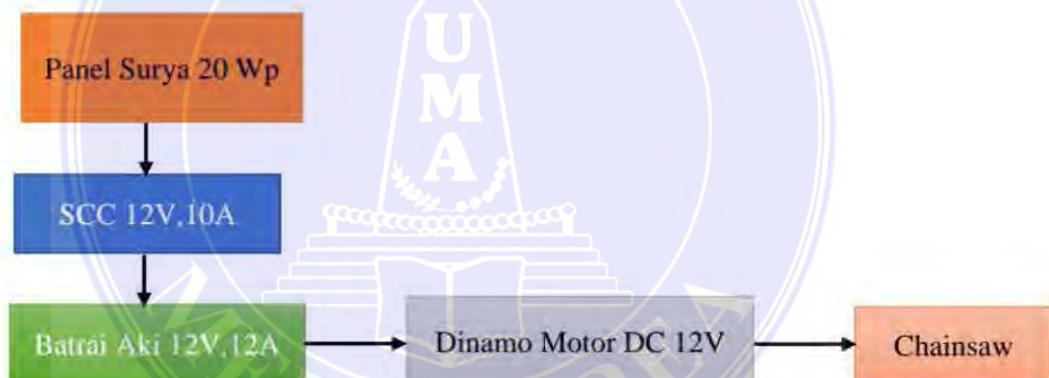
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Waktu : Januari 2022 hingga Juli 2022.

Tempat : PT.ADEI PLANTATION & INDUSTRI KEBUN NILO Jl. Desa
Kab. Pelalawan. Riau.

3.2 Perencanaan perancangan sistem

Desain gambar yang berupa perencanaan perancangan sistem yang di buat dalam bentuk blok diagram. Dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3. 1 Perencanaan Perancangan Alat

Blok diagram diatas merupakan gambaran umum sistem yang akan dirancang yaitu:

1. Keadaan pertama yaitu matahari menyinari panel surya selanjutnya tegangan dan arus masuk ke SCC
2. Selanjutnya SCC mengatur tegangan dan arus yang masuk ke dalam batrai. SCC akan berhenti men- charge apabila tegangan dari panel surya mencapai 12,6 V

3. Selanjutnya batrai akan mengalirkan daya untuk memutar dinamo motor.
4. Chainsaw atau mata pisau berputar untuk memotong pelepah.
5. Beban terdiri dari dinamo stater motor 144 watt.

Blok diagram diatas adalah alur dari sistem yang dibuat. Terlihat dari blok diagram diatas, pertama dari solar panel bekerja menyerap sinar matahari dan selanjutnya menuju solar charger controller untuk dikontrol dalam pengisian ke accumulator. Dari accumulator masuk ke solar charger controller hal ini bertujuan agar dalam pengisian batrai dari solar panel dapat di kontrol.

1. Kebutuhan Kapasitas Baterai

Pada perancangan kebutuhan kapasitas baterai dengan pola pengisian menggunakan pembangkit listrik tenaga surya dengan beban yang di gunakan 144 watt. Maka dari itu sebelum realisasinya maka perlu menentukan daya yang dibutuhkan. Menghitung kapasitas alat yang akan digunakan dan pengujian alat.

- a. Total beban alat pemotong pelepah kelapa sawit 144 watt.
- b. Arus pada beban dinamo stater motor $144 \text{ watt}/12 \text{ V} = 12 \text{ A}$
- c. Menggunakan baterai 12 V, 12 Ah jadi $12\text{Ah}/12 \text{ A} = 1 \text{ jam}$.

3.2 Pemilihan komponen yang dipakai dan kapasitasnya

Penentuan alat dan bahan yang dipakai dan kapasitas nya dapat dilihat dari adanya dasar desain rangkaian kerja. Dari desain rangkaian kerja maka dapat ditentukan apa saja yang perlu di persiapkan untuk membuat perancangan system panel surya untuk kebutuhan sistem alat pemotong pelepah. Alat dan bahan yang diperlu di persiapkan dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Alat Dan Bahan Yang digunakan

NO	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Panel surya 20 Wp (watt-peak)	1 Unit
2	Baterai charge controller 12 V, 10 A	1 Unit
3	Batrai 12 Ah	1 Unit
4	Dinamo motor DC 144 W	1 Unit
5	MCB	1 Unit
6	Saklar	1 Unit
7	Diode Zener	1 Unit
8	Chainsaw	1 Unit

3.3 Spesifikasi Perancangan Alat

3.3.1 Panel Surya 20 Wp



Gambar 3. 2 Panel Surya

Tabel 3. 2 Spesifikasi Panel Surya

No	Nama	Spesifikasi
1	Max. Power (Pmax)	20 W
2	Max. Power Voltage (Vmp)	17,2 V
3	Max. Power Current (Imp)	1,16 V
4	Open Circuit Current (Voc)	20,64 V
5	Short Circuit Current (Isc)	1,3 A

3.3.2 Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller 10A merupakan controller solar panel yang mampu mengatur beban sampai 10 Ampere, serta bisa bekerja pada solar panel memiliki voltage 12V dan 24V.



Gambar 3. 3 Solar Charger Controller

Tabel 3. 3 Solar Charge Controller

No	Nama	Spesifikasi
1	Rated Voltage	12V/24V
2	Equalize charging Voltage	14,8 V
3	Rated Battery Current (A)	10A
4	Boost Charging Voltage	14,6V
5	Float Charging Voltage	13,8V
6	Low Voltage Disconnect Voltage	11V
7	Maximum Baterai Voltage	32V
8	Maximum Pv voltage	50V

3.3.3 Motor Listrik (Mesin Alat Pemotong Pelepah)

Motor listrik (mesin alat pemotong pelepah) yang digunakan adalah dinamo stater motor merek Thunder adapun, spesifikasi singkat dari mesin pemotong pelepah tersebut :

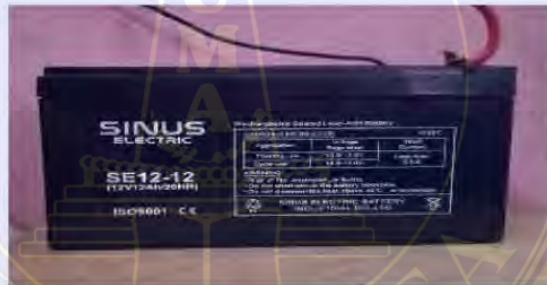
Tabel 3. 4 Spesifikasi Motor

No	Nama	Spesifikasi
1	Buatan	Japan
2	Tenaga/ sumber	Batrai/ aki
3	Berat	1,6 kg
4	Arus	12 A
5	Tegangan	12 V

3.3.4 Baterai 12V/ 12Ah

Baterai yang digunakan adalah batrai Sinux yang berjenis batrai kering

Adapun spesifikasi batrai adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 4 Baterai

Tabel 3. 5 Spesifikasi Baterai

No	Nama	Spesifikasi
1	Warna	Hitam
2	Voltage	12 V
3	Kapasitas	12 Ah

3.4 Langkah Penelitian

Langkah- Langkah perencanaan pembuatan alat pemotong pelepah tenaga surya ini terdiri dari beberapa Langkah :

- 1) Perancangan alat pemotong pelepah
- 2) Penentuan komponen utama yang digunakan
- 3) Pengujian alat dan pengambilan data



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian terhadap sistem alat pemotong pelepah tenaga surya yang telah dirancang maka dapat disimpulkan :

1. Alat pemotong dapat memotong dengan efektif dengan ketebalan pelepah 9 cm dengan waktu selama 38,23 detik dengan tegangan 12 volt 10 ampere pengujian dilakukan dilahan PT Adei.
2. Besarnya tegangan pengecasan dipengaruhi oleh besarnya intensitas cahaya yang mengenai permukaan sel surya. Semakin besar intensitas cahaya yang mengenai permukaan sel surya, maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkan. Hal yang sama juga berpengaruh terhadap arus yang keluar.

5.2 SARAN

Pengembangan alat pemotong pelepah kelapa sawit dengan teknologi tenaga surya perlu dilakukan untuk mengoptimalkan fungsi- fungsi komponen agar menjadi lebih maksimal.

Dalam pengembangan perlu dilakukan penambahan kapasitas baterai dan perubahan kerangka bagaimana sekiranya dapat meringankan beban pada pengguna alat pemotong pelepah agar alat dapat berfungsi dan bekerja dengan lebih efektif

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, D.; S.K. Roy and A.R. Jaelani. 2000. Evaluation of Design Parameters of Sicle Cutter and Claw Cutter for Cutting Oil Palm Frond. AMA – Agricultural Mechanization
- Anonim. 2009. *Battrey Charger Akumulator*. <http://www.dunialistrik.blogspot.com/Battrey-Charger-Akumulator.html/>. 5 Maret 2014
- Badan Pusat Statitiska, Jumlah Perkebunan Besar Kelapa Sawit Seluruh Indonesia, diakses pada 23 april 2018 pada alamat web www.bps.go.id.
- Christian, A. 2018. Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol. 7, No. 1.
- Di, H, Umum, T., Haryadi, S., Rusyadi, G., & Syahrillah, F. (2017) Rancang Bangun Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Charger.
- Hendra dan Rahardjo, S. 2009. Risiko Ergonomi dan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerja Panen Kelapa Sawit. Prosiding Seminar Nasional Ergonomi IX, D11. Universitas Diponegoro.
- Romiyadi, Tulus Swasono 2013. “Modifikasi mesin Rumpuk Menjadi alat Panen Sawit Mekanik” Jurnal Sawit Indonesia Vo1.3 No 1,2013.
- Syuaib, M.F. 2015. Studi Gerak Kerja Pemanenan Kelapa Sawit Secara Manual. *Jurnal Keteknikan Pertanian*.
- Tarigan,, A.A., Daulay. SB., dan Munir, AP. 2013 Rancang Bangun Alat Pemotong Pelepah Kelapa Sawit Mekanis J. Rekayasa
- Yazid, I.I.; I.N. Suastawa dan P.A.S. Radite. 2005a. Analisis Gaya Pemotongan Spesifik Parenkim Pelepah dan Batang Tandan Sawit. Jurnal Ilmu Keteknikan Pertanian.

