

SKRIPSI
OPTIMALISASI AKUMULATOR DENGAN SISTEM *CUT-OFF*
DALAM MESIN PENCACAH TANDAN KOSONG SAWIT
BERBASIS ENERGI SURYA



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

M. RAKA MAULANA

132021037

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2025

SKRIPSI
OPTIMALISASI AKUMULATOR DENGAN SISTEM *CUT-OFF* DALAM
MESIN PENCACAH TANDAN KOSONG SAWIT BERBASIS ENERGI
SURYA



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
20 Agustus 2025

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
M. RAKA MAULANA
132021037

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Muhammad Huraiah, S.T., M.T
NIDN.0228098702

Penguji I

Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T
NIDN.0205118504

Pembimbing 2

Sofiah, S.T., M.T
NIDN.0209047302

Penguji 2

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN.0218017202

Menyetujui

Dekan Fakultas Teknik

Ir. A. Junaidi, M.T
NIDN.0202026502

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Achby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN.0207038101

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 19 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



M. Raka Maulana

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- ❖ Cahaya terbaik bukan berasal dari lampu atau bintang, melainkan dari pancaran jiwa yang senantiasa bersyukur.
- ❖ Mimpi besar bukan milik mereka yang beruntung, tetapi milik mereka yang berani bermimpi dan bertindak.
- ❖ Tidak ada ujian yang tidak bisa diselesaikan. Tidak ada kesulitan yang melebihi batas kesanggupan. Karena Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya. (QS. Al-Baqarah: 286)

PERSEMBAHAN :

- ❖ Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, Sang Pemilik kehidupan, yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga setiap langkah dapat terarah dan setiap doa menemukan jalannya.
- ❖ Skripsi ini penulis persembahkan dengan penuh cinta dan hormat kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Gunawan dan Ibu Dewi Yana, serta Saudari saya Annisa Zulaika yang doa-doanya tak pernah berhenti mengiringi, yang kerja keras dan pengorbanannya menjadi bahan bakar bagi setiap mimpi, serta kasih sayangnya yang tiada tergantikan. Tanpa mereka, penulis tidak akan pernah sampai pada titik ini.
- ❖ Kepada keluarga besar yang dengan penuh perhatian, kasih sayang, serta dukungan moril maupun materil selalu menjadi penguat dalam perjalanan penulis. Kehangatan keluarga besar adalah rumah yang menenangkan dan tempat penulis kembali.
- ❖ Ucapan terima kasih yang mendalam penulis sampaikan kepada Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T. dan Ibu Sofiah, S.T., M.T. selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan ilmu dan pengalaman berharga. Setiap bimbingan dan

nasihat beliau akan menjadi bekal penting dalam perjalanan hidup penulis ke depan.

- ❖ Kepada sahabat seperjuangan, Kelas B Angkatan 2021, Laboratorium Teknik Elektro, Tim Mentari Gladiator dan terkhusus Warga KK6: Amelia Wijaya, Dedek Kurniadi, Jaka Satria, Rifki Romadhon, Rygga Farira Rohma Wati, Martin, serta Gatra Wanara Seta, yang selalu hadir sebagai teman seperjalanan dalam setiap suka maupun duka. Terima kasih atas tawa yang mengurangi penat, semangat yang menguatkan ketika langkah terasa berat, serta doa yang tak pernah putus dalam menemani perjuangan ini. Semoga ikatan yang telah terbangun tidak hanya berakhir pada masa studi, tetapi terus terjaga dan menjadi kekuatan dalam melangkah ke masa depan.
- ❖ Terima kasih juga penulis sampaikan kepada diri sendiri, M. Raka Maulana, yang telah mampu bertahan, berjuang, dan melewati malam-malam penuh keraguan serta hari-hari penuh perjuangan. Untuk keberanian yang lahir dari ketakutan, untuk kesabaran yang tumbuh dari kesedihan, dan untuk keteguhan yang tetap ada meski berkali-kali hampir menyerah. Penulis bangga atas perjalanan ini, dan semoga terus menjadi pribadi yang lebih tegar, ikhlas, dan kuat menghadapi setiap fase kehidupan.
- ❖ Dan terakhir, karya ini penulis persembahkan untuk almamater tercinta, Universitas Muhammadiyah Palembang, tempat yang telah menempa, mendidik, dan membentuk penulis tidak hanya menjadi pribadi yang berilmu, tetapi juga berkarakter.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“OPTIMALISASI AKUMULATOR DENGAN SISTEM CUT-OFF DALAM MESIN PENCACAH TANDAN KOSONG SAWIT BERBASIS ENERGI SURYA”** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku Pembimbing I
- Ibu Sofiah, S.T., M.T, selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.CS. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan

penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Billahi Fi Sabilil Haq Fastabiqul Khairat

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Palembang, 19 Agustus 2025

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Raka Maulana', written over a horizontal line.

M. Raka Maulana

ABSTRAK

Penelitian ini mengoptimalkan kinerja akumulator pada mesin pencacah tandan kosong sawit berbasis panel surya melalui implementasi sistem cut-off menggunakan modul XH-M604 dengan konfigurasi batas tegangan atas 54V dan batas bawah 46V. Pengujian eksperimental dilakukan dalam empat skenario operasional meliputi kondisi tanpa *charging* dengan beban variasi/konstan dan dengan charging bersamaan beban variasi/konstan, dengan parameter yang diukur berupa tegangan akumulator, arus konsumsi, waktu operasi, dan efisiensi sistem. Hasil penelitian menunjukkan sistem *cut-off* berhasil mengoptimalkan kinerja akumulator secara signifikan dimana efisiensi pada kondisi tanpa *charging* berkisar 39,73%-67,57% meningkat drastis menjadi 62,77%-87,27% dengan sistem charging bersamaan beban, sistem mampu menjaga tegangan akumulator dalam rentang aman 43,6V-54,8V dengan konsumsi arus 2,06A-19,17A, dan memberikan peningkatan efisiensi rata-rata 45,3% dengan efisiensi tertinggi 87,27% pada kondisi *charging* bersamaan beban variasi. Implementasi sistem *cut-off* terbukti efektif mengoptimalkan kinerja akumulator melalui perlindungan *overcharge* dan *deep discharge*, dimana pengoperasian sistem hibrida (*charging* bersamaan beban) memberikan efisiensi tertinggi dan sistem *cut-off* berperan krusial memastikan stabilitas, keamanan operasi, serta memperpanjang umur pakai akumulator.

Kata kunci: akumulator, sistem *cut-off*, mesin pencacah, tandan kosong sawit, panel surya

ABSTRACT

This research optimizes battery performance in solar panel-based palm empty fruit bunch chopping machines through implementation of a cut-off system using XH-M604 module configured with upper voltage limit of 54V and lower limit of 46V. Experimental testing was conducted in four operational scenarios including conditions without charging with variable/constant loads and with simultaneous charging and variable/constant loads, measuring parameters such as battery voltage, current consumption, operating time, and system efficiency. Results demonstrate that the cut-off system successfully optimized battery performance significantly where efficiency under non-charging conditions ranged from 39.73%-67.57% and dramatically increased to 62.77%-87.27% with simultaneous charging and load systems, the system maintained battery voltage within safe range of 43.6V-54.8V with current consumption of 2.06A-19.17A, and provided an average efficiency improvement of 45.3% with the highest efficiency of 87.27% under simultaneous charging and variable load conditions. Implementation of XH-M604 cut-off system proved effective in optimizing battery performance through overcharge and deep discharge protection, where hybrid system operation (simultaneous charging and load) delivered the highest efficiency and the cut-off system played a crucial role in ensuring stability, operational safety, and extending battery lifespan.

Keywords: battery, cut-off system, chopping machine, palm empty fruit bunch, solar panel

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Sistemika Penulisan	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Pupuk Organik dari Tandan Kosong Sawit.....	4
2.2. Panel Surya	5
2.2.1. Prinsip kerja panel surya	5
2.2.2. Karakteristik panel surya.....	6
2.2.3. Jenis-Jenis panel surya	7
2.3. Solar Charger Controller (SCC).....	10
2.3.1. Fungsi Solar Charger Controller (SCC).....	11
2.3.2. Jenis-Jenis Solar Charger Controller (SCC)	12
2.4. Akumulator	13
2.4.1. Prinsip Kerja Akumulator	13
2.4.2. Jenis-Jenis Akumulator	14
2.4.3. Perhitungan Kapasitas Akumulator.....	15
2.4.4. Efisiensi Akumulator	16

2.5. Modul XH-M604	16
2.5.1. Mekanisme Proteksi Overcharge	17
2.5.2. Mekanisme Proteksi Deep Discharge	18
2.6. Motor DC	18
2.6.1. Bagian-bagian Motor DC	18
2.6.2. Prinsip Kerja Motor DC	18
2.6.3. Jenis-Jenis Motor DC	19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	22
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2. Metode Pengambilan Data	22
3.3. Diagram Flowchart.....	22
3.4. Alat dan Bahan.....	24
3.5. Spesifikasi Komponen	25
3.5.1. Data Panel Surya	25
3.5.2. Data <i>Solar Charge Controller</i>	26
3.5.3. Data Modul XH-M604	27
3.5.4. Data Akumulator	27
3.5.5. Data Motor DC.....	28
3.6. Diagram Skema	28
3.7. Prinsip Kerja Rangkaian	30
3.8. Proses Perancangan.....	31
3.9. Proses Pengujian Alat	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Data Pengujian	34
4.2. Data Pengujian Penchargeran Akumulator Pada Mesin Pencacah Tandan Kosong Sawit	34
4.3. Data Pengujian Sistem Cut-Off Akumulator	37
4.4. Data Pengujian Akumulator Tanpa Penchargeran Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Variasi	38
4.5. Data Pengujian Akumulator Tanpa Penchargeran Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Konstan.....	40
4.6. Data Pengujian Penchargeran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Variasi	42

4.7. Data Pengujian Penchargeran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Konstan.....	44
4.8. Analisa Perhitungan Daya.....	46
4.8.1. Perhitungan Daya Pengujian Akumulator Tanpa Penchargeran Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Variasi.....	46
4.8.2. Perhitungan Daya Pengujian Akumulator Tanpa Penchargeran Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Konstan.....	48
4.8.3. Perhitungan Daya Pengujian Penchargeran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Variasi	49
4.8.4. Perhitungan Daya Pengujian Penchargeran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Konstan	50
4.9. Analisa Perhitungan Efisiensi	52
4.9.1. Perhitungan Efisiensi Pengujian Tanpa Penchargeran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Variasi.....	52
4.9.2. Perhitungan Efisiensi Pengujian Tanpa Penchargeran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Konstan.....	54
4.9.3. Perhitungan Efisiensi Pengujian Penchargeran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Variasi	55
4.9.4. Perhitungan Efisiensi Pengujian Penchargeran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Konstan	57
4.10. Analisa Pembahasan.....	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Tandan Kosong Sawit	4
Gambar 2.2. Panel Surya.....	6
Gambar 2.3. Monokristalin	8
Gambar 2.4. Polikristalin	9
Gambar 2.5. <i>Thin-Film</i>	10
Gambar 2.6. SCC MPPT 60A 48V	11
Gambar 2.7. Akumulator.....	13
Gambar 2.8. Akumulator Timbal-Asam	14
Gambar 2.9. Akumulator Lithium-Ion	15
Gambar 2.10. XH-M604	17
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian	22
Gambar 3.2. Diagram <i>Flowchart</i>	23
Gambar 3.3. Diagram Skema	29
Gambar 4.1. Grafik Tegangan Dan Arus Akumulator Pengujian Dengan Beban Variasi	39
Gambar 4.2. Grafik Tegangan Dan Arus Motor Pengujian Dengan Beban Variasi.....	40
Gambar 4.3. Grafik Tegangan Dan Arus Akumulator Pengujian Dengan Beban Konstan	41
Gambar 4.4. Grafik Tegangan Dan Arus Motor Penguji Dengan Beban Konstan	42
Gambar 4.5. Grafik Tegangan Dan Arus Akumulator Pengujian Penchargeran Dengan Beban Variasi	43
Gambar 4.6. Grafik Tegangan Dan Arus Motor Pengujian Penchargeran Dengan Beban Variasi	44
Gambar 4.7. Grafik Tegangan Dan Arus Akumulator Pengujian Penchargeran Dengan Beban Konstan	45

Gambar 4.8. Grafik Tegangan Dan Arus Motor Pengujian Penchargeran	
Dengan Beban Konstan	46
Gambar 4.9. Grafik Efisiensi Saat Pengujian Tanpa Penchargeran Dengan	
Beban Variatif.....	53
Gambar 4.10. Grafik Efisiensi Saat Pengujian Tanpa Penchargeran Dengan Beban	
Konstan	55
Gambar 4.11. Grafik Efisiensi Saat Pengujian Penchargeran Dengan Beban	
Variatif	56
Gambar 4.12. Grafik Efisiensi Saat Pengujian Penchargeran Dengan Dengan	
Konstan	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1 Alat.....	24
Tabel 3. 2 Bahan	25
Tabel 3. 3 Spesifikasi Panel Surya.....	26
Tabel 3. 4 Spesifikasi <i>Solar Charge Controller</i>	27
Tabel 3. 5. Data Spesifikasi XH-M604.....	27
Tabel 3. 6 Spesifikasi Akumulator.....	27
Tabel 3. 7 Spesifikasi Motor DC.....	28
Tabel 4. 1 Data Pengujian Tanpa Beban dan Tanpa Penchageran Akumulator ..	35
Tabel 4. 2 Data Status <i>Relay Cut-Off</i>	38
Tabel 4. 3 Data Pengujian Akumulator Tanpa Penchageran Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Variasi.....	39
Tabel 4. 5 Data Pengujian Penchageran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Variasi.....	41
Tabel 4. 6 Data Pengujian Penchageran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Konstan.....	44
Tabel 4. 7 Perhitungan Daya Input Tanpa Charger Beban Variasi.....	47
Tabel 4. 8 Perhitungan Daya Output Tanpa Charger Beban Variasi	47
Tabel 4. 9 Perhitungan Daya Input Tanpa Charger Beban Konstan	48
Tabel 4. 10 Perhitungan Daya Output Tanpa Charger Beban Konstan	49
Tabel 4. 11 Perhitungan Daya Input Penchageran Beban Variasi	49
Tabel 4. 12 Perhitungan Daya Output Penchageran Beban Variasi	50
Tabel 4. 13 Perhitungan Daya Input Penchageran Beban Konstan	51
Tabel 4. 14 Perhitungan Daya Output Penchageran Beban Konstan	51
Tabel 4. 15 Perhitungan Efisiensi Pengujian Tanpa Penchageran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Variasi.....	52
Tabel 4. 16 Perhitungan Efisiensi Pengujian Tanpa Penchageran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Konstan	54

Tabel 4. 17 Perhitungan Efisiensi Pengujian Penchargeran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Variasi	56
Tabel 4. 18 Perhitungan Efisiensi Pengujian Penchargeran Akumulator Dengan Beban Tandan Kosong Kelapa Sawit Konstan.....	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu produsen utama kelapa sawit dunia dengan produksi mencapai 45,5 juta ton pada tahun 2022 (BPS, 2023). Namun, produksi ini juga menghasilkan limbah biomassa dalam jumlah besar, termasuk tandan kosong sawit (TKS), yang sering kali tidak dimanfaatkan secara optimal. TKS memiliki potensi sebagai sumber energi biomassa karena kandungan selulosa dan ligninnya yang tinggi, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif atau produk turunan contohnya pupuk organik (Syarif et al., 2021).

Meskipun TKS memiliki potensi besar, pemanfaatannya masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk efisiensi pencacahan, biaya operasional, dan kebutuhan daya yang besar. Mesin pencacah TKS yang digunakan dalam industri umumnya masih bergantung pada energi listrik konvensional atau bahan bakar fosil, yang dapat meningkatkan biaya operasional dan mengurangi efisiensi energi secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif untuk mengintegrasikan energi terbarukan dalam sistem pencacahan TKS.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan panel surya sebagai sistem sumber energi pada mesin pencacah tandan kosong sawit, yang mana energi panel surya ini merupakan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Energi listrik yang dihasilkan dapat disimpan pada akumulator yang dapat meningkatkan efisiensi operasional, dan mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional.

Akumulator akan di *charger* menggunakan panel surya berdasarkan besarnya kapasitas panel surya terhadap Ah akumulator yang digunakan. Namun, penggunaan akumulator dalam sistem pencacah juga memiliki tantangan tersendiri. Salah satu kendala utama adalah efisiensi penyimpanan energi dan daya tahan baterai dalam jangka panjang. Selain itu, faktor biaya awal untuk instalasi sistem berbasis akumulator sering kali menjadi hambatan dalam penerapannya di industri

skala kecil dan menengah (Rahman et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian yang lebih mendalam diperlukan untuk mengevaluasi kinerja, efisiensi, serta memproteksi akumulator saat sistem melakukan pengisian terjadi *overload* digunakan sistem *cut-off* oleh *Solar Charger Controller* (SCC).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi optimalisasi penggunaan akumulator dalam mesin pencacah TKS berbasis energi baru terbarukan. Diharapkan hasil penelitian ini tidak hanya akan meningkatkan efisiensi akumulator, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap pengelolaan limbah pertanian, serta membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan efisiensi pemanfaatan akumulator pada sistem pencacahan tandan kosong kelapa sawit melalui penerapan mekanisme *cut-off*.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah dalam laporan akhir ini, maka penulis membatasi permasalahan yaitu:

1. Laporan akhir ini difokuskan pada kinerja panel surya terhadap efisiensi akumulator pada mesin pencacah tandan kosong sawit
2. Panel Surya yang digunakan pada perancangan ini menggunakan daya 200Wp
3. Akumulator yang digunakan pada laporan akhir ini berkapasitas 20 Ah

1.4. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulisan dan pemahaman mengenai penelitian ini, maka dalam penulisan laporan dibagi menjadi beberapa Bab pembahasan dengan urutan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang penjelasan dari Latar Belakang Skripsi, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Serta Sistematika dalam Penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai panel surya, karakteristik panel surya, jenis-jenis panel surya, akumulator, prinsip kerja akumulator, perhitungan kapasitas

akumulator, efisiensi akumulator, *solar charger controller* (SCC), motor dc, bagian-bagian motor dc, prinsip kerja motor dc, dan jenis-jenis motor dc

BAB 3 METODE PENELITIAN

Menjelaskan secara detail mengenai metode penelitian yang digunakan dengan diagram flowchart, waktu dan tempat penelitian serta bahan maupun alat yang akan digunakan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil dari data pengukuran, data percobaan, dan analisis data yang dibentuk dalam grafik dan tabel

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Membahas tentang kesimpulan dari hasil penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Angga Oktavianus, Hagai Jorenta Perangin-angin, Suryadi Risky Sirait, & Pratomo, B. (2022). Pengaruh Pupuk Organik Cair (Poc) Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Terhadap Pertumbuhan Mucuna Braceata.D.C. *Jurnal Agro Estate*, 6(1), 9–17. <https://doi.org/10.47199/jae.v6i1.96>
- Arief, R., Irfan, M., & Maulana, F. (2024). *Current and Voltage Monitoring in Wind Power Plants Using ESP8266 And Node-Red*. 1(2), 72–80. <https://doi.org/10.26740/vubeta.v1i2.35429>
- Bakhtiar, B., & Tadjuddin, T. (2020). Pemilihan Solar Charge Controller (Scc) Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Seminar Nasional Hasil Penelitian & ...*, 168–173.
- BPS. (2023). Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2022. *ISSN*, 16.
- Bunardi, M. E., & Bachri, K. O. (2022). Perancangan dan Implementasi Wiper Otomatis pada Helm Berbasis Mikrokontroler. *Cylinder : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(2), 1–13. <https://doi.org/10.25170/cylinder.v8i2.3937>
- Hadikusuma Anugrah, M. R., & Citra, E. (2021). Pengaruh Beberapa Jenis Akumulator Pada PLTS. *Pharmacognosy Magazine*, 75(17), 399–405.
- Harahap, F. S., Walida, H., Rahmaniah, R., Rauf, A., Hasibuan, R., & Nasution, A. P. (2020). Pengaruh Aplikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Arang Sekam Padi terhadap beberapa Sifat Kimia Tanah pada Tomat. *Agrotechnology Research Journal*, 4(1), 1–5. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v4i1.41121>
- Jamaaluddin, Falah, A. H., Sulistiyowati, I., & Rahmatullah, S. G. (2024). *SEPEDA LITRIK CATU DAYA MANDIRI*.
- Moaveni, A. (2019). *Engineering Fundamental An Introduction To Engineering*. Penerbit Andi.
- Nurcipto, D., Sawitri, D. R., Wijaya, D. K., & Effendy, M. (2023). Perbandingan Solar Charger Controller PWM dan MPPT untuk di Implementasikan Pada Hidroponik dengan Tenaga Surya. *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 3(1), 480–487. <https://doi.org/10.22219/skpsppi.v3i1.6599>
- Palevi, B. R. P. D., Saleh, C., & Megawati, C. D. (2022). Perancangan Sistem Pemantauan Uji Karakteristik Daya Keluaran Panel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline untuk Kepentingan Riset dan Pendidikan. *Prosiding SENIATI*, 6(3), 507–512. <https://doi.org/10.36040/seniati.v6i3.5087>
- Praevia, M. F., & Widayat, W. (2022). Analisis Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Cofiring pada PLTU Batubara. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 3(1), 28–37. <https://doi.org/10.14710/jebt.2022.13367>

- Rohsari, A., Utami, I., Maulidin, I., Verasta, T., Gunawan, T. D., Chandra, I., Qurthobi, A., Rokhmat, M., Suhendi, A., Sumaryatie, D., Studi, P., Fisika, T., Elektro, F. T., Telkom, U., Studi, P., Informatika, T., Informatika, F. T., & Telkom, U. (2023). *Pelatihan Instalasi Panel Surya Untuk Sistem Aquaponik Sederhana Dalam Menciptakan Kemandirian Energi di Masyarakat Desa Citereup*. 200–205.
- Syaiful, F. L., Siahaan, A. A., & Putri, R. H. (2022). Inovasi Pembuatan Pupuk Organik Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Pupuk Kandang Di Nagari Sungai Kunyit Kabupaten Solok Selatan. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 5(3), 148–156. <https://doi.org/10.25077/jhi.v5i3.613>
- Wiratama, W. M. P. (2023). Komparasi Kestabilan Posisi Panel Surya Menggunakan Pengendali Pid (Proportional, Integral Dan Derivative) Dengan Flc (Fuzzy Logic Control). *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 14(1), 1–12. <https://doi.org/10.24176/simet.v14i1.4346>