



TUGAS AKHIR (ME33200)

**ANALISIS PENGARUH VARIASI *BATTERY CHARGING*
TERHADAP KINERJA KINCIR AERASI**

RESTU AJI SAPUTRA

NRP. 0323030001

DOSEN PEMBIMBING :

EKY NOVIANARENTI, ST., MT.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PERMESINAN KAPAL

JURUSAN TEKNIK PERMESINAN KAPAL

POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

SURABAYA

2026

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

TUGAS AKHIR (ME33200)

**ANALISIS PENGARUH VARIASI *BATTERY CHARGING*
TERHADAP KINERJA KINCIR AERASI**

RESTU AJI SAPUTRA

NRP. 0323030001

DOSEN PEMBIMBING:

EKY NOVIANARENTI, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PERMESINAN KAPAL

JURUSAN TEKNIK PERMESINAN KAPAL

POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

SURABAYA

2026

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH VARIASI *BATTERY CHARGING* TERHADAP
KINERJA KINCIR AERASI**

Disusun Oleh:
Restu Aji Saputra
0323030001

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi D3 Teknik Permesinan Kapal
Jurusan Teknik Permesinan Kapal
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 23 Juli 2026
Periode Wisuda : Oktober 2026

Menyetujui,

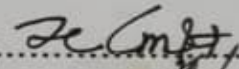
Dosen Penguji

NIDN

Tanda Tangan

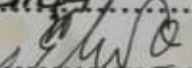
1. Abdul Gafur, S.T., M.T.

(0003069101)

(.....)

2. Eky Novianarenti, S.T., M.T.

(0706118901)

(.....)

3. Nopem Ariwiyono, S.T., M.T.

(0030116205)

(.....)

4. Rikky Leonard, S.Pi., M.T.

(0726019201)

(.....)

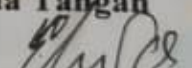
Dosen Pembimbing

NIDN

Tanda Tangan

1. Eky Novianarenti, S.T., M.T.

(0706118901)

(.....)

**Menyetujui
Ketua Jurusan,**



Dr. Ir. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 197708192005011001

**Mengetahui
Koordinator Program Studi,**

Ir. Emie Santoso, M.T.

NIP. 196611101994032003

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

No. : F.WD I. 021
Date : 3 Nopember 2015
Rev. : 01
Page : 1 dari 1

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Restu Aji Saputra

NRP. : 0323030001

Jurusan/Prodi : Teknik Permesinan Kapal / D3 Teknik Permesinan Kapal

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas Akhir yang akan saya kerjakan dengan judul :

"ANALISIS PENGARUH VARIASI *BATTERY CHARGING* TERHADAP KINERJA KINCIR AERASI"

Adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab.

Surabaya, 05 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan,

Restu Aji Saputra
NRP. 0323030001

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul, **“ANALISIS PENGARUH VARIASI *BATTERY CHARGING* TERHADAP KINERJA KINCIR AERASI”**. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md.) pada Program Studi Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan banyak pihak. Bentuk rasa syukur ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas berkat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Suwaji dan Ibu Asih Tri Haryati yang tak pernah berhenti mendoakan, memberi kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta menjadi sumber semangat yang tiada henti bagi penulis.
3. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak Dr. Ir. Priyo Agus Setiawan, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
5. Ibu Ir. Emie Santoso, M.T. selaku Koordinator Program Studi D3 Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
6. Bapak Niki Veranda Agil Permadi, S.Tr.T, M.Sc. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi D3 Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
7. Bapak Abdul Gafur, S.T., M.T. selaku Ketua Penguji Tugas Akhir ini.
8. Ibu Eky Novianarenti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing dan Penguji Tugas Akhir yang telah memberi banyak dukungan, bimbingan, saran, dan arahan yang berharga selama pengerjaan tugas akhir.
9. Bapak Nopem Ariwiyono, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir ini.
10. Bapak Rikky Leonard, S.Pi., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir ini

11. Anisa Nur Azizah yang telah memberikan semangat dan support selama penulisan mengerjakan tugas akhir.
12. Acmad Alfarisi Aji Eka Putra, Bagus Rahmad Wildana, Adrian Maulana, Reyhan Almadea, Rendi Brahmana, dan Diaz Nur Rahmad selaku tim kincir aerasi.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang memberi bantuan dan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan yang tidak disengaja, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran untuk membangun dari tugas akhir ini. Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi penulis sendiri dan juga pembaca yang dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk pengembangan tugas akhir selanjutnya. Semoga menjadi nilai tambah khususnya bagi penyusun dan umumnya bagi pembaca.

Surabaya, 06 Juli 2026

Restu Aji Saputra
NRP. 0323030001

ANALISIS PENGARUH VARIASI *BATTERY CHARGING* TERHADAP KINERJA KINCIR AERASI

Restu Aji Saputra

ABSTRAK

Kincir aerasi berbasis baterai LiFePO₄ merupakan solusi energi alternatif untuk budidaya udang vaname pada tambak yang jauh dari jaringan listrik. Kinerja sistem dipengaruhi oleh tingkat pengisian baterai atau *State of Charge* (SOC) yang menentukan ketersediaan energi listrik bagi motor penggerak. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi *battery charging* terhadap kinerja kincir aerasi berdasarkan parameter tegangan, arus, daya listrik, kecepatan putaran, dan torsi input elektrik. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan pengambilan data secara *real-time* dan perhitungan teoritis. Pengujian dilakukan menggunakan baterai LiFePO₄ 24 V, *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) *solar charge controller*, inverter, dan motor induksi satu fasa pada variasi SOC 25%, 50%, 75%, dan 100%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SOC 25% menghasilkan arus dan daya pengisian tertinggi, sedangkan SOC 50% memberikan kondisi pengisian paling optimal karena menghasilkan kenaikan tegangan yang stabil dan karakteristik pengisian yang seimbang. Pada SOC 75% arus mulai menurun sebagai transisi dari metode *Constant Current* menuju *Constant Voltage*. Sementara itu, SOC 100% ditandai arus pengisian yang sangat kecil dan tegangan relatif konstan, menandakan baterai telah penuh. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam menentukan strategi pengisian baterai yang lebih efisien untuk meningkatkan kinerja, memperpanjang umur pakai baterai, serta mendukung pengembangan sistem aerasi berbasis energi terbarukan secara berkelanjutan.

Kata kunci: Baterai LiFePO₄, *State of Charge* (SOC), Kincir Aerasi, *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), Performa Mekanis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALYSIS OF THE EFFECT OF BATTERY CHARGING VARIATIONS ON THE PERFORMANCE OF AN AERATION PADDLE WHEEL

Restu Aji Saputra

ABSTRACT

A LiFePO₄ battery-powered paddle-wheel aerator offers a renewable-energy solution for vannamei shrimp farming in ponds far from the electrical grid. This study analyzes how variations in battery charging affect aerator performance via voltage, current, electrical power, rotational speed, and electrical input torque. The research employed an experimental method with real-time data acquisition and theoretical calculations. The testing system consisted of a 24 V LiFePO₄ battery, a Maximum Power Point Tracking (MPPT) solar charge controller, an inverter, and a single-phase induction motor under four SOC conditions: 25%, 50%, 75%, and 100%. The results showed that the 25% SOC condition produced the highest charging current and power, while the 50% SOC condition provided the optimal charging performance, with stable voltage and balanced charging characteristics. At 75% SOC, the charging current decreased, indicating the transition from the Constant Current to the Constant Voltage charging stage. At 100% SOC, the charging current became minimal, and the voltage remained relatively constant, indicating a fully charged battery. These findings provide a basis for improving charging efficiency, extending battery service life, and supporting sustainable, renewable-energy-based aeration systems.

Keywords: LiFePO₄ Battery, State of Charge (SOC), Aeration Paddle Wheel, Mechanical Performance.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR SIMBOL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Pengertian <i>Battery</i> LiFePO ₄	5
2.2.1.Prinsip Kerja Baterai	6
2.2.2. Bagian-bagian Baterai	7
2.2.3. Daya baterai	8
2.2.4. Kelebihan baterai lifepo ₄	8
2.2.5. Kekurangan baterai lifepo ₄	8
2.2.6. Karakteristik baterai lifepo ₄	8
2.3 Kincir Aerasi	8
2.3.1. Hubungan kincir aerasi dengan support daya	9
2.4 Motor Induksi Satu <i>Phase</i>	10

2.4.1 Kontruksi motor induksi	10
2.4.2 Skema kerja motor induksi satu fasa	11
2.5 Inverter.....	12
2.6 SCC (<i>Solar Charge Controller</i>)	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Sumber Data.....	15
3.1.1 Data Primer.....	15
3.1.2 Data Sekunder.....	15
3.2 Variabel Penelitian	15
3.2.1 Variabel Bebas.....	15
3.2.2 Variabel Terikat.....	16
3.3 Data Spesifikasi Baterai LiFePO4.....	16
3.4 Data spesifikasi motor	16
3.5 Data Spesifikasi <i>Maximum Power Point Tracking</i> (MPPT)	18
3.6 Data Spesifikasi Inverter.....	18
3.7 Skematik sistem <i>Battery Charging</i>	19
3.8 Diagram Alir Penelitian	21
3.9 Tahapan Penelitian	22
3.9.1 Mulai	22
3.9.2 Studi Literatur.....	22
3.9.3 Perancangan sistem kelistrikan dan mekanik.....	22
3.9.4 Pemilihan alat dan bahan.....	23
3.9.5 Perakitan <i>battery charging</i>	24
3.9.6 Prosedur pengujian <i>battery charging</i>	24
3.9.7 Proses pengambilan data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Persiapan Perbaikan Sistem	27
4.2 Persiapan Pengujian Baterai Dan Kincir	27
4.3 Gambaran Umum Pengujian.....	28
4.4 Korelasi Sistem <i>Battery charging</i> Terhadap Pengoperasian Motor Induksi Satu <i>Phase</i>	29
4.5 Data Hasil Pengujian	30

4.6 Perhitungan Daya Pada Setiap Variasi <i>Battery charging</i>	31
4.6.1 Grafik perhitungan daya yang dihasilkan pada variasi <i>battery charging</i>	35
4.6.2 Pembahasan Gambar Grafik 4.4.....	35
4.7 Pengaruh Variasi <i>battery charging</i> terhadap interval waktu	36
4.7.1 Grafik Hubungan Arus Terhadap Interval Waktu Setiap SOC.....	36
4.7.2 Pembahasan Gambar Grafik 4.5.....	36
4.7.3 Grafik Hubungan Tegangan Terhadap Waktu Interval Setiap SOC	38
4.7.4 Pembahasan Gambar Grafik 4.6.....	38
4.8 Analisis Torsi Input Elektrik Pada Performa Mekanis Setiap Variasi <i>Battery charging</i>	39
4.8.1. Grafik Torsi Input Elektrik Terhadap SOC	41
4.8.2. Pembahasan Gambar 4.7 Grafik hubungan torsi pada setiap SOC ..	41
4.9 Variasi <i>Battery charging</i> Yang Optimal Terhadap Kinerja Kincir Aerasi	42
4.10 Ringkasan Hasil.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN	49

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 3. 1 Spesifikasi baterai	16
Tabel 3. 2 Spesifikasi motor penggerak.....	17
Tabel 3. 3 Spesifikasi SCC MPPT.....	18
Tabel 3. 4 Spesifikasi Inverter.....	19
Tabel 3. 5 Metode pengambilan data.....	25
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Variasi <i>Battery Charging</i> pada 25%.....	30
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Variasi <i>Battery Charging</i> pada 50%.....	31
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Variasi <i>Battery Charging</i> pada 75%.....	31
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Variasi <i>Battery Charging</i> pada 100%.....	31

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Baterai Proses <i>Discharge</i>	6
Gambar 2. 2 Baterai proses <i>Charge</i>	7
Gambar 2. 3 Kontruksi Baterai.....	7
Gambar 2. 4 Hubungan kincir aerasi dengan <i>support</i> daya	9
Gambar 2. 5 Motor induksi 1 <i>phase</i>	10
Gambar 2. 6 Kontruksi motor	11
Gambar 2. 7 Inverter	12
Gambar 2. 8 SCC MPPT	13
Gambar 3. 1 Baterai 12V	16
Gambar 3. 2 <i>name plate</i> motor	18
Gambar 3. 3 Alur Skema <i>battery charging</i> terhadap kincir aerasi.....	19
Gambar 3. 4 <i>Flowchart system</i>	21
Gambar 4. 1 perbaikan sistem	27
Gambar 4. 2 pengecekan alat ukur, perakitan sistem, kalibrasi alat ukur.....	28
Gambar 4. 3 <i>charging</i> dan pengujian.....	28
Gambar 4. 4 Grafik daya terhadap interval waktu variasi pengisian baterai	35
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Arus Terhadap Interval Waktu Setiap SOC	36
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Tegangan Terhadap Interval Waktu Setiap SOC	38
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Torsi Input Elektrik Terhadap SOC.....	41

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR SIMBOL

P	Daya	Watt
V	Tegangan	Volt
I	Arus	Ampere
$\cos(\varphi)$	Faktor Daya	
2π	1 Putaran Lingkaran Penuh	
τ	torsi input elektrik	Nm
P	Nilai daya yang didapat pada variasi <i>battery charging</i>	Watt
n	Kecepatan putaran nominal	rpm

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tambak udang vaname merupakan salah satu sektor perikanan yang memiliki kontribusi terhadap perekonomian Indonesia. Namun, budidaya udang modern tersebut menuntut sistem kincir aerasi yang lebih efisien dan responsif terhadap ketersediaan oksigen terlarut. Kincir aerasi berbasis motor listrik banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan ini, terutama pada tambak yang jauh dari jaringan listrik PLN permanen. Tetapi, penggunaan motor listrik terkadang sulit terpenuhi di daerah terpencil atau saat pemadaman. Oleh itu, solusi penyimpanan energi berupa baterai mulai banyak diterapkan. Sebagai upaya mencukupi kapasitas yang diperlukan saat pengisian baterai, maka dimanfaatkan solar panel berdasarkan kemudahan instalasi pada sistem aerasi, juga kestabilan ketika dipasang terhadap pelampung (Mulyadi et al., 2021).

Namun, dalam penempatannya ditambah pemanfaatan baterai sebagai sumber daya utama kinerja kincir aerasi belum sepenuhnya menjamin kinerja sistem yang stabil. Performa kincir aerasi sangat bergantung pada kestabilan suplai daya listrik, dimana perubahan tegangan (V) dan arus (I) akibat perbedaan tingkat pengisian baterai (*state of charge*) dapat mempengaruhi kecepatan putar (rpm) motor kincir aerasi. Adapun perubahan daya (P) baterai mempengaruhi torsi motor serta efektivitas proses aerasi dalam menyuplai *Dissolved oxygen* pada tambak, sebagaimana ditunjukkan pada penelitian (Mustaghfirin et al., 2022) yang menyatakan bahwa kinerja kincir aerasi sangat dipengaruhi oleh karakteristik sumber daya listrik yang digunakan. Kondisi *battery charging* menjadi faktor krusial yang perlu dikaji secara terstruktur, karena penurunan performa kincir dapat berdampak langsung pada suplai oksigen terlarut ditambah. jika baterai tidak terisi sesuai atau berada pada kapasitas rendah, daya keluaran turun secara signifikan hingga menyebabkan kincir tidak bekerja secara optimal, akhirnya berdampak pada penurunan kinerja kincir aerasi dalam mensuplai oksigen terlarut di tambak.

Oleh karena itu, pengaruh perubahan variasi *charging battery* terhadap putaran rpm motor selama beroperasi, perlu dilakukan serangkaian pengujian terhadap berbagai tingkat pengisian. Informasi terkait dengan hubungan antara level pengisian baterai dan performa putaran (rpm) motor, juga diharapkan mampu memberikan gambaran lebih jelas mengenai karakteristik kerja kincir aerasi berbasis baterai. Selain itu, untuk menampilkan tegangan (V), arus (I) serta berapa persen tingkat pengisian baterai didapat pada *charge controller* yang terpasang dikomponen kincir aerasi dan alat ukur yang digunakan. sistem atau alat tersebut bisa memantau kesehatan baterai dari penggunaan yang menimbulkan kerusakan. Karena pemakaian dalam kondisi tidak optimal berpotensi muncul gangguan perangkat elektronik lainnya, sebab parameter hasil keluaran baterai tidak sesuai dengan nilai kerja pada komponen berbeda (Florus King et al., 2020).

Penelitian ini, difokuskan pada analisis pengaruh variasi pengisian baterai terhadap performa motor induksi satu fasa sebagai penggerak kincir aerasi melalui inverter sebagai konversi arus tegangan, dengan parameter daya (P), kecepatan putaran nominal (rpm) motor, dan torsi input elektrik serta interval waktu pengujian sebagai indikator kinerja. Pengujian memberikan penjelasan mengenai bagaimana 4 variasi *charging battery* yaitu saat kondisi 25%, 50%, 75%, dan 100% yang berdampak pada performa mekanis kincir aerasi dalam penyuplai *Dissolved oxygen* tambak. Analisis ini penting untuk mengetahui karakteristik kerja sistem penggerak berbasis baterai, sebagaimana yang disampaikan oleh (Zondra dkk.,2017) bahwa variasi suplai daya melalui inverter berpengaruh terhadap kinerja motor induksi satu fasa. Petani tambak atau pengelola sistem aerasi dapat menentukan strategi pengisian serta penggunaan baterai yang menguntungkan, Melalui pengujian langsung di kolam uji Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dengan kincir aerasi milik PPNS dapat menambah data, juga temuan yang relevan. Hasilnya bisa menjadi bahan rujukan dalam pengembangan sistem kincir aerasi mandiri energi, demi mendukung efisiensi operasional dan berkelanjutan budidaya perairan

maupun membantu dalam menentukan pola penggunaan baterai supaya kinerja kincir aerasi tetap optimal di berbagai kondisi operasional.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan melihat latar belakang di atas, maka didapatkan beberapa rumusan masalah diantara lain yaitu :

1. Berapa besar daya yang dihasilkan setiap variasi *battery charging* untuk putaran kincir aerasi ?
2. Bagaimana pengaruh variasi pengisian baterai terhadap waktu pengisian ?
3. Berapa besar torsi input elektrik yang dihasilkan pada daya tingkat pengisian baterai ?
4. Bagaimana variasi *battery charging* yang optimal terhadap kinerja kincir aerasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari tugas akhir berdasarkan rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi daya saat kondisi variasi pengisian baterai yang dihasilkan.
2. Menganalisis pengaruh variasi *battery charging* terhadap waktu pengisian.
3. Mengetahui besar torsi input elektrik pada performa mekanis terhadap daya pada variasi pengisian baterai .
4. Mengetahui variasi *battery charging* yang optimal terhadap kinerja kincir aerasi

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini di harapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Untuk Peneliti selanjutnya, menjadi referensi awal pengembangan sistem energi mandiri untuk kincir aerasi, sehingga dapat membantu dalam perumusan variabel yang lebih spesifik untuk menghasilkan temuan yang lebih aplikatif
2. Bagi Penulis, memberikan informasi mengenai performa kincir

berbasis energi baterai yang ideal, menjadi sarana untuk meningkatkan ketrampilan dalam penyusunan karya ilmiah yang terstruktur sesuai kaidah, juga memperluas wawasan mengenai aplikasi baterai sebagai sumber energi penggerak kincir aerasi dan mampu membantu mengasah kemampuan analisis data kuantitatif.

3. Bagi Akademisi, dapat menjadi dasar untuk melakukan penelitian lanjutan dalam bidang teknik permesinan, elektro terapan, maupun teknologi perikanan, dan mendukung pengembangan ilmu pengetahuan yang relevan sesuai kebutuhan lapangan.
4. Bagi Petambak, informasi yang dihasilkan menjadi acuan dalam memutuskan waktu pengisian baterai yang bagus, dan membantu menekan biaya operasional. Dengan pengelolaan baterai yang lebih tepat produktivitas tambak diharapkan meningkat melalui suplai oksigen yang lebih terjaga.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penting untuk menetapkan batasan masalah agar fokus dan terstruktur. Berikut adalah batasan masalah yang diambil oleh penulis :

1. Penelitian ini berfokus pengujian dilakukan pada satu jenis baterai tipe LiFePO_4
2. Variasi charging dibatasi empat kondisi yaitu : 25%, 50%, 75%, dan 100%.
3. Parameter yang diamati yaitu tegangan baterai (V) dan arus (I) serta penentuan RPM dan torsi menggunakan pendekatan kalkulasi matematis berbasis daya input elektrik dan interval waktu pengisian.
4. Penelitian hanya menggunakan motor induksi satu fasa.
5. Lokasi pengujian dilakukan dipinggir kolam uji Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
6. Kondisi cuaca tergantung dengan informasi dari BMKG daerah Surabaya.
7. Penelitian ini tidak membahas aspek ekonomi teknik.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Metode	Persamaan	Perbedaan
Mustaghfirin, M. A., Nugroho, P. N. A., Pambudi, D. S. A., & Novianarenti, E. (2022)	Studi pendahuluan sistem akuakultur cerdas berbasis online monitoring terhadap unjuk kerja kincir aerasi.	Eksperimen dan pemantauan berbasis sensor online.	- membahas kincir aerasi tambak - membahas komponen sistem menggunakan motor induksi	- Membahas perbandingan antara motor 1 fasa dan 3 fasa. - Berfokus pada akurasi pembacaan data sensor secara real-time.
Atmam, A., Zondra, E., & Zulfahri, Z. (2017)	Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Motor Induksi Satu Phasa Dengan Menggunakan Inverter.	Eksperimental dan perbandingan data	- Membahas motor induksi satu pasa sebagai penggerak utama - Membahas penggunaan perangkat inverter untuk mengatur atau mengubah daya listrik guna menggerakkan motor.	Membahas Perbandingan dua metode koneksi (langsung vs inverter).

2.2 Pengertian *Battery* LiFePO₄

Baterai LiFePO₄ merupakan dalam jenis baterai berbasis lithium yang menggunakan material lithium besi fosfat sebagai elektroda katoda, sedangkan elektroda anodanya tersusun dari grafit atau karbon yang mengikat ion lithium

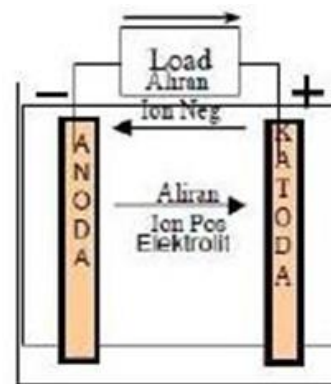
melalui proses interkalasi (Wahyu Nugroho et al., 2019). Baterai LiFePO₄ salah satu komponen utama pada sistem Solar panel yang berfungsi sebagai media penyimpanan energi listrik, energi yang dihasilkan disimpan dalam bentuk arus searah (DC), penyimpanan berperan sebagai sumber cadangan yang digunakan saat solar panel tidak mampu menghasilkan listrik seperti pada malam hari atau saat intensitas cahaya matahari rendah akibat kondisi cuaca di daerah tertentu. Baterai LiFePO₄ juga berfungsi menjaga kestabilan suplai tegangan ke sistem agar peralatan listrik dapat bekerja sesuai kebutuhan, kapasitas energi umumnya dinyatakan dalam satuan *ampere-hour* (Ah) yang menunjukkan kemampuan baterai dalam menyalurkan arus listrik selama periode waktu tertentu. Namun dalam proses pemakaian, baterai tidak dianjurkan untuk dikosongkan sampai batas maximumnya, karena hal tersebut dapat mempengaruhi umur pakai dan kinerja baterai (Aita Diantari et al., n.d.).

2.2.1. Prinsip Kerja Baterai

Pada umumnya, mekanisme kerja baterai di bagi menjadi dua kondisi operasi, yaitu saat pengosongan (*discharge*), dan pengisian (*charge*). Untuk memperjelas pemahaman dapat dilihat pada gambar berikut.

A. Pengosongan (*discharge*)

Proses ini terjadi ketika energi dari baterai dialirkan ke beban yang terhubung untuk memutar komponen seperti kincir aerasi, pada kondisi tersebut, elektron mengalir dari anoda melalui beban ke katoda, kemudian ion bermuatan negatif mengalir pada anoda dan positif menuju katoda (Salman Ali Akbar., 2019).

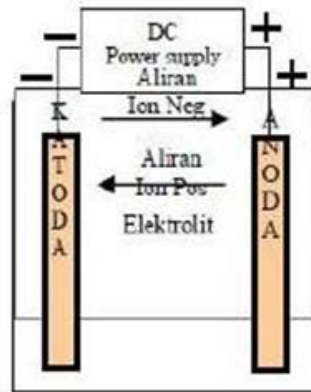


Gambar 2. 1 Baterai Proses *Discharge*

(Salman Ali Akbar., 2019)

B. Pengisian (*Charge*)

Proses berikut ketika sel dihubungkan dengan sumber listrik dari solar panel, elektroda bermuatan positif berperan sebagai anoda, dan negatifnya sebagai katoda sehingga di dalam sel berlangsung reaksi kimia pengisian (Salman Ali Akbar., 2019). Durasi proses pengisian baterai tidak bersifat tetap, melainkan dipengaruhi oleh besarnya energi yang berkurang serta nilai arus diberikan saat pengisian .

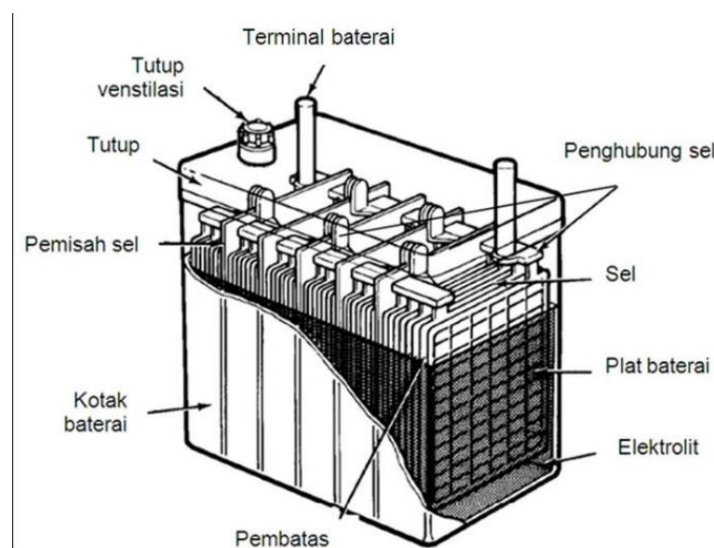


Gambar 2. 2 Baterai proses *Charge*

(Salman Ali Akbar., 2019)

2.2.2. Bagian-bagian Baterai

Baterai tersusun atas sejumlah elemen yang berperan terjadinya proses elektrokimia sehingga mampu menghasilkan energi listrik, dengan bagian utama yang membentuk struktur dasarnya (Florus King dkk., 2020) Berikut bagian-bagian baterai dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Kontruksi Baterai

(sumber: <https://panelsuryaindo.wordpress.com>)

2.2.3. Daya baterai

Dengan support solar panel baterai dapat dihitung daya baterai untuk putaran kincir aerasi dengan rumus persamaan berikut (Aidil Fajar dkk., 2025):

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2. 1)$$

di mana :

P = daya (watt)

V = tegangan (volt)

I = arus (ampere)

2.2.4. Kelebihan baterai lifepo4

Secara keseluruhan, baterai lifepo4 memiliki keunggulan dari sisi kestabilan tegangan, efisiensi pemanfaatan energi, kemampuan penyimpanan daya, serta tingkat keamanan operasional, sehingga dinilai paling sesuai untuk digunakan pada aplikasi motor induksi satu fasa (Kurniawan Dwi Sa'bani et al., 2025).

2.2.5. Kekurangan baterai lifepo4

Baterai lifepo4 juga memiliki keterbatasan, terutama pada nilai koefisien difusi ion yang relatif kecil dan konduktifitas elektronik yang rendah yang mempengaruhi penghambat proses penyimpanan energi (Hamida & Munasir, 2023).

2.2.6. Karakteristik baterai lifepo4

Baterai lifepo4 umumnya digunakan penyimpanan energi terbarukan dan motor induksi yang menggunakan *lithium iron phosphate* sebagai katoda, baterai ini mempunyai tingkat kestabilan termal yang baik serta daya tahan siklus pemakaian yang dapat mencapai 5000 kali. selain itu, karakteristik densitas energinya berada pada kisaran 90 hingga 160 Wh/kg (Rosikin et al., 2025)

2.3 Kincir Aerasi

Kincir aerasi dikolam tambak merupakan elemen krusial yang berfungsi untuk memperbaiki mutu air dengan menyediakan oksigen terlarut (DO) juga daya yang digunakan dan kecepatan putaran nominal yang dihasilkan (Muh. Anis Mustaghfirin dkk., 2022). Apabila kadar oksigen menurun, pertumbuhan organisme dapat terganggu

dan berpotensi menimbulkan kematian. Melalui kincir aerasi yang bekerja dengan memanfaatkan dan memercikkan air ke udara, proses ini menjadikan pertukaran gas antara air dengan udara sehingga oksigen dapat larut kedalam air secara lebih cepat dan merata serta menjadikan organisme tumbuh lebih sehat (Syahid dkk., 2024). demikian, untuk mengetahui kecepatan pada putaran nominal dengan rumus kecepatan sudut (ω) dengan persamaan rumus menurut (Aidil Fajar dkk., 2025) sebagai berikut :

Kecepatan putaran nominal (n) dalam revolusi per menit (RPM)
menggunakan rumus : $n = 2\pi \times \text{RPM} / 60$(2. 2)

maka :

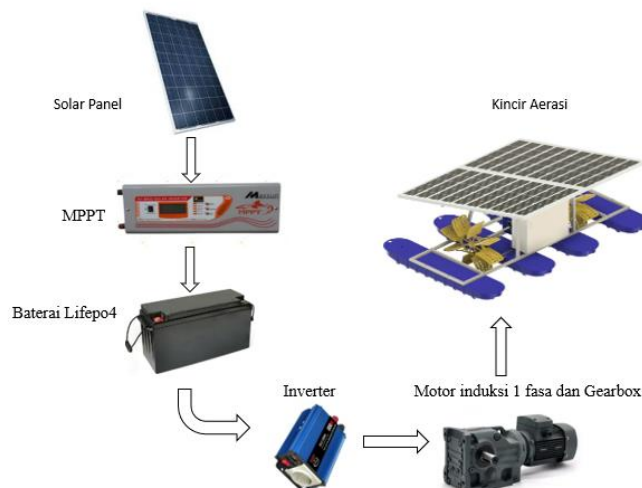
$$\omega_{\text{motor}} = \text{RPM}_{\text{motor}} \times \frac{2\pi}{60}$$

$$\omega_{\text{kincir}} = \omega_{\text{motor}} / \text{Rasio Gearbox}$$

$$\text{RPM} = \omega_{\text{kincir}} \times 30/\pi$$

2.3.1. Hubungan kincir aerasi dengan support daya

Inovasi ini sejalan dengan upaya global untuk pemanfaatan sumber energi juga penyimpanannya dan memperbanyak pembaharuan (Fatwasauri dkk., 2025). Dengan inilah terciptanya efektif kerja terhadap budidaya yang dikelola juga menjadi kemajuan bagi perekonomian. Oleh itu perkembangan teknologi ini mempermudah penyebaran *dissolved oxygen* terhadap tambak dengan daya yang dihasilkan kincir aerasi.



Gambar 2. 4 Hubungan kincir aerasi dengan *support* daya

(Syahid dkk., 2024)

2.4 Motor Induksi Satu *Phase*

Motor induksi biasanya dimanfaatkan sebagai penggerak pada alat-alat dengan kecepatan yang cenderung tetap. Alasan ini muncul karena motor induksi fase tunggal memiliki berbagai keuntungan seperti konstruksi yang cukup mudah, serta kecepatan rotasi yang hampir stabil meskipun terdapat variasi pada beban (Zondra dkk., 2017). Dalam jurnal (Apdilah., 2016) motor induksi dikenal sebagai mesin listrik yang bekerja dengan prinsip elektomagnetik, dimana arus pada bagian rotor muncul akibat perbedaan kecepatan putar antara rotor dan medan magnet yang dibangkitkan stator. Perangkat ini memiliki struktur mekanik yang kokoh, rancangan sederhana, serta umur pakai yang relatif panjang.

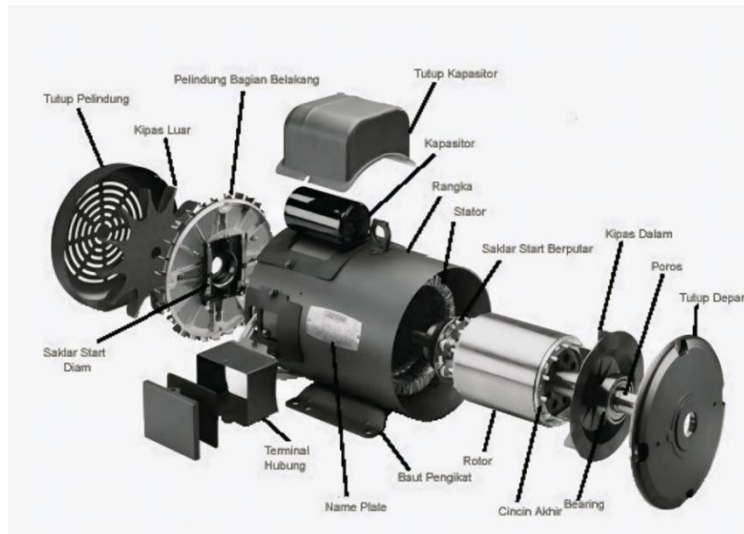


Gambar 2. 5 Motor induksi 1 *phase*

(Sumber:<http://dongchunmotor.com>)

2.4.1 Kontruksi motor induksi

Motor induksi phasa tunggal memiliki bentuk kontruksi yang prinsipnya tidak jauh berbeda dengan 3 fasa. Motor ini tersusun atas dua komponen pokok, yaitu stator dan rotor. Kedua bagian membentuk sistem magnetik berbentuk silinder dengan susunan yang seimbang, diantara bagian utama terdapat celah udara berukuran kecil yang berfungsi untuk pemisah sekaligus jalur medan magnet (Zondra dkk., 2017).



Gambar 2. 6 Kontruksi motor (Zondra dkk., 2017)

2.4.2 Skema kerja motor induksi satu fasa

Skema kerja motor ini dapat dipahami menggunakan teori pendekatan medan putar ganda. Pendekatan ini dipakai sebagai alternatif dalam menjelaskan proses perputaran motor satu phasa selain konsep medan putar silang. Berdasarkan teori tersebut, medan magnet yang berubah terhadap waktu namun tidak berpindah secara spasial. pada sistem ini, sumber energi yang berasal dari baterai LiFePO4 yang terlebih dahulu dikendalikan *solar charge controller* untuk menjaga kestabilan pengisian dan pengosongan baterai, tegangan arus searah (DC) dari baterai kemudian dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) satu fasa oleh inverter tegangan (AC) tersebut digunakan untuk menyuplai motor induksi satu fasa yang terdiri dari kumparan utama dan kumparan bantu yang dihubungkan dengan kapasitor, perbedaan sudut fasa arus antara kedua kumparan menghasilkan torsi awal sehingga motor dapat berputar dan menggerakkan kincir aerasi (Zondra, 2017) . Demikian dalam jurnal (Aidil Fajar dkk., 2025) dan (Faizal Tegar., 2021) motor ini dapat menghasilkan torsi dengan memakai nilai daya dan kecepatan putaran nominal dengan rumus persamaan berikut:

$$\text{Hitung Torsi } (\tau) : \frac{60 \times p}{2 \times \pi \times n} \dots\dots\dots (2. 3)$$

$$(\tau) : 9,55 \times \frac{p}{n}$$

di mana:

τ : torsi motor berputar (Nm)

p: nilai daya yang didapat pada variasi *battery charging* (Watt)

n: kecepatan putaran nominal (rpm)

2.5 Inverter

Inverter merupakan perangkat elektronika daya yang berfungsi mengkonversi tegangan searah (DC) dari baterai menjadi tegangan bolak-balik (AC) melalui pengendali *switching*, sistem ini memanfaatkan komponen semikonduktor daya seperti SCR, transistor, dan MOSFET yang bekerja sebagai saklar elektronik untuk mengatur proses perubahan arus. Inverter digunakan sebagai penyedia sumber tegangan AC bagi motor penggerak kincir aerasi (Zondra dkk., 2017).



Gambar 2. 7 Inverter

(Sumber: <https://bumienergisurya.com>)

2.6 SCC (Solar Charge Controller)

Solar charge controller merupakan perangkat pada sistem *battery charging* yang berfungsi mengendalikan aliran arus searah yang masuk ke baterai selama proses pengisian serta arus yang disalurkan dari baterai menuju beban. *Controller charge* berperan mencegah terjadinya pengisian berlebih ketika baterai telah mencapai kapasitas maksimum serta membatasi kenaikan tegangan yang berasal dari panel surya. Terdapat SCC tipe MPPT (*maximum power point tracking*), dengan ini seluruh variasi tegangan keluaran panel surya disesuaikan menjadi tegangan pengisian baterai melalui pengaturan arus, sehingga baterai tetap

dapat menerima energi pada kondisi penyinaran yang berubah-ubah. Secara prinsip MPPT melakukan pemantauan terhadap keluaran modul panel surya, kemudian membandingkannya dengan nilai tegangan baterai untuk menentukan kondisi daya paling optimal yang dapat dihasilkan panel surya, sehingga arus pengisian yang masuk ke baterai dengan variasi dapat dimaksimalkan (Agus Nurcahyo., 2024).



Gambar 2. 8 SCC MPPT

(Sumber: <https://m.icasolar.com/>)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Kegiatan penelitian termasuk proses pengambilan data, dilaksanakan dikolam uji Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Penentuan topik, objek, dan fokus penelitian dilakukan pada bulan Desember 2025, sedangkan pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Februari sampai bulan Juni tahun 2026.

3.1.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari hasil pengujian dan pengukuran pada sistem aerasi yaitu:

1. Tegangan baterai (V), juga arus (I) pada setiap variasi kondisi pengisian.
2. Daya (P) yang dihasilkan baterai pada variasi pengisian.
3. Kecepatan putaran nominal (RPM).
4. Perubahan performa kincir aerasi selama pengujian berlangsung.

3.1.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh tidak langsung dari pengujian, melainkan dari sumber lain yang relevan.

Data sekunder dalam penelitian ini meliputi:

1. Spesifikasi teknis baterai, motor penggerak, MPPT, inverter
2. Data karakteristik motor penggerak seperti rpm nominal.
3. Hasil penelitian terdahulu yang membahas kincir aerasi dan sistem tenaga berbasis baterai.
4. Referensi jurnal terkait, data ini digunakan sebagai pembanding dan penguat dalam analisis penelitian

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan sebagai parameter yang memiliki pengaruh terhadap hasil pengujian dan menjadi dasar dalam proses Analisa data. Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan dikelompokkan berdasarkan fungsinya, untuk menyelesaikan tugas akhir ini, ada 2 variabel penelitian yaitu:

3.2.1 Variabel Bebas

Yang digunakan pada pengujian variasi *battery charging* terhadap kincir

aerasi yaitu tegangan DC.

3.2.2 Variabel Terikat

Daya (P) yang dihasilkan baterai yang dihitung menggunakan persamaan $P = V \times I$, kecepatan putaran nominal (rpm) motor dengan rumus persamaan $n = 2\pi \times \text{RPM} / 60$, Torsi input elektrik (τ), dengan rumus persamaan $(\tau) = 9,55 \times \frac{p}{n}$.

3.3 Data Spesifikasi Baterai LiFePO4

Berikut merupakan data spesifikasi pada baterai 12 V dan berjumlah 2 yang diseri menjadi 24 V untuk dipakai mengambil data pada variasi *battery charging*:

Tabel 3. 1 Spesifikasi baterai

Tipe Produk	Baterai Lithium Besi Fosfat
Voltase	12V
Kapasitas Nominal	100 AH
Kapasitas Minimum	100 AH
Dimensi	483 x 170 x 240 mm
Arus Pengisian Maximum	30 A
Arus Debit Standart	12:00 AM
Suhu Pengisian	0-45°C
Rentang IP	IP 65
Berat	2100 g
Discharge Cut Off Voltage	10 V

(Sumber: <https://indonesian.lifepo4batterycells.com/>)



Gambar 3. 1 Baterai 12V

(Sumber: <https://indonesian.lifepo4batterycells.com/>)

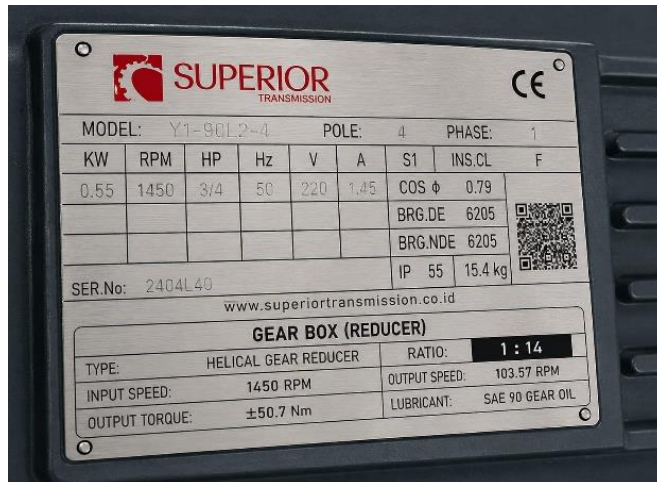
3.4 Data spesifikasi motor

Berikut merupakan data spesifikasi pada motor penggerak dan

rasio gearbox yang tergabung motor yang digunakan untuk perhitungan data performa atau torsi yang dihasilkan:

Tabel 3. 2 Spesifikasi motor penggerak

Properties	Keterangan
Model	FH890L2-4
Pole	4
Phase	1
KW	0.55
RPM	1450
HP	3/4
HZ	50
V	220
A	1.45
S1 INS.CL F	
COS φ	0,79
BRG.DE	6205
BRG.NDE	6205
IP	55
Berat	15.4 kg
SER.No	2404L40
Rasio Gear Box motor	1: 14



Gambar 3. 2 name plate motor

3.5 Data Spesifikasi *Maximum Power Point Tracking* (MPPT)

Berikut merupakan data spesifikasi MPPT yang digunakan dalam sistem *battery charging* untuk mengatur tegangan dan arus saat *charging*

Tabel 3. 3 Spesifikasi SCC MPPT

Kapasitas Daya	1000VA/800W
Tegangan masukan	24VDC
Charging Technology	MPPT
Output Daya AC	110V/120V 60Hz
Max Discharge Current	20A
Max PV Input Power	160VDC
Max PV Open Circuit Protection	Circuit Breaker
Display	LCD
AC Efficiency	95%

Sumber: https://drive.google.com/file/d/11OUF_y9NkJXz2qwwOtw1O6XYK2Sg_wyA/view

3.6 Data Spesifikasi Inverter

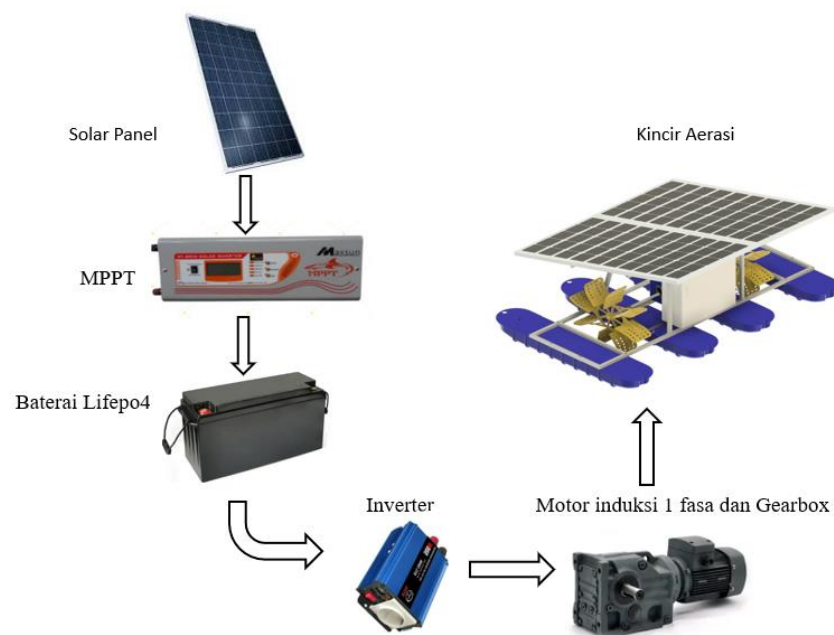
Berikut ini merupakan data spesifikasi Inverter yang tergabung pada MPPT, untuk merubah arus dari DC menjadi AC sebagai pengganti tegangan untuk penggerak motor induksi.

Tabel 3. 4 Spesifikasi Inverter

INVERTER						
Capacity (VA)	1000	2000	3000	4000	5000	6000
Output Power (W)	1000	2000	3000	4000	5000	6000
Power Factor (PF)	1					
Output Voltage	120VAC or 230VAC (Sine wave)				230VAC (Sine wave)	
Output Frequency	50/60 ± 0.3Hz(auto tracking main first power connection)					
Wave	pure sine wave					
Inversion Efficiency	>88%					
Over load capacity	*(110%<load<125%)±10%: Fault (shutdown output) after 15 minutes;					
Low Battery Alarm	10.5Vdc ± 0.3Vdc for 12V battery, 21.0Vdc ± 0.6Vdc for 24V battery, 42.0Vdc ± 1.2Vdc for					
	48V battery, 84.0Vdc ± 2.4Vdc for 96V battery					
Power save	rLoad ≤25W (Enabled on “P/S auto” setting of Remote control)					

Sumber: <https://www.enfsolar.com/Product/>

3.7 Skematik sistem *Battery Charging*



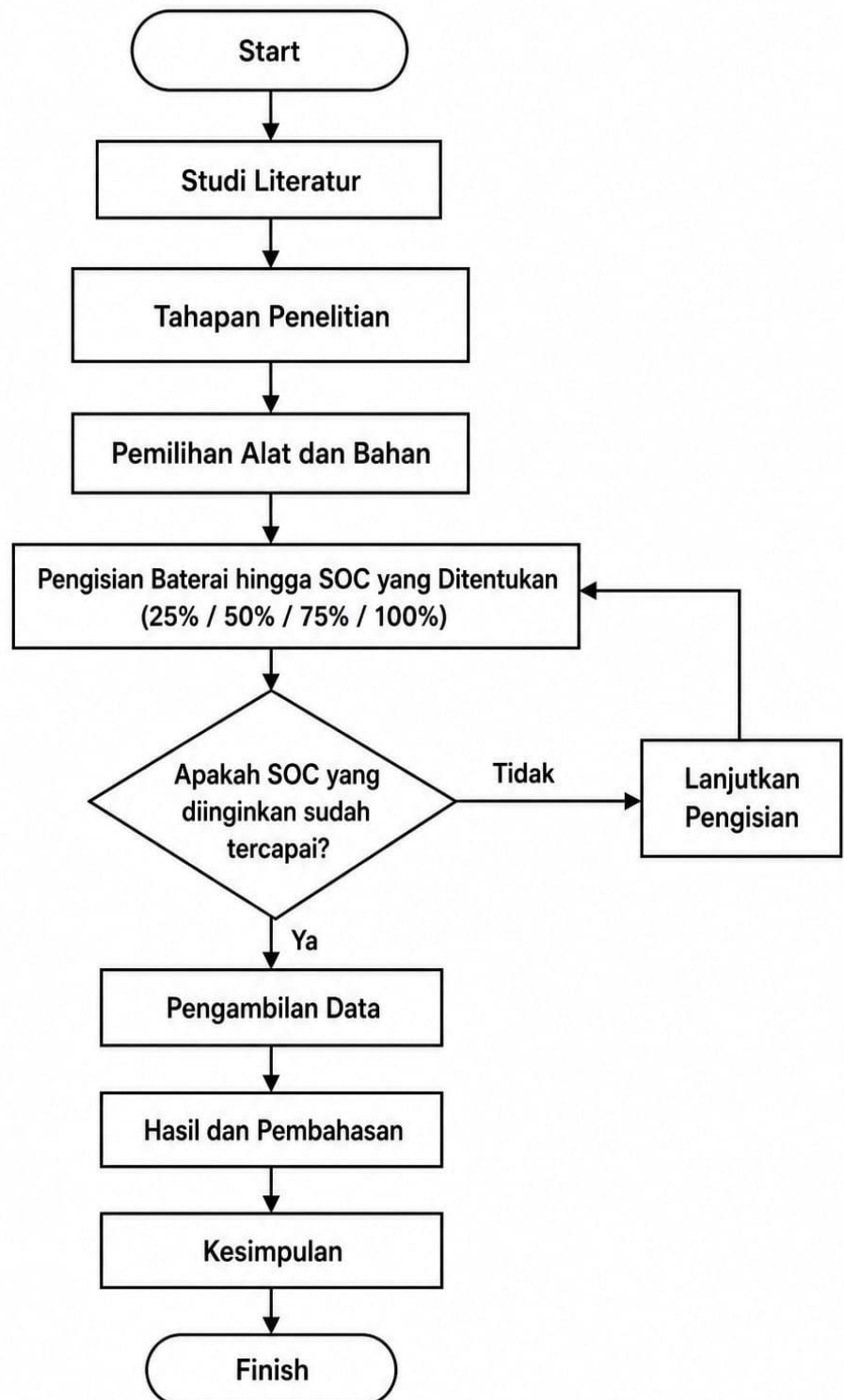
Gambar 3. 3 Alur Skema *battery charging* terhadap kincir aerasi

Skema yang tersusun secara berurutan pada gambar 3.3. menggambarkan integrasi antara subsistem pengisian, penyimpanan, konversi daya, dan beban mekanik dalam satu rangkaian kerja yang saling terhubung. Sistem ini dirancang untuk memastikan bahwa energi listrik yang dihasilkan dan disimpan pada baterai dapat digunakan secara optimal untuk menggerakkan kincir aerasi.

Pada tahap awal, energi listrik dari solar panel dialirkan menuju *Solar Charge Controller* (SCC). SCC berperan sebagai pengendali utama proses

pengisian dengan mengatur besaran tegangan (V) dan arus (I) yang masuk ke baterai. Penggunaan SCC tipe MPPT dapat melindungi baterai dari kondisi *overcharging* maupun fluktuasi tegangan yang berlebih. Energi listrik yang telah dikondisikan oleh SCC kemudian disimpan didalam baterai LiFePO₄ yang sebagai penyimpan energi dan sumber penyuplai daya utama bagi sistem kincir aerasi. Tingkat pengisian baterai (*State Of Charge*) menjadi variabel penting dalam penelitian ini, secara langsung mempengaruhi besarnya tegangan (V) dan arus (I) keluaran yang tersedia untuk beban. Variasi tingkat pengisian sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100% digunakan untuk mengamati perubahan performa sistem secara bertahap. Selanjutnya, energi listrik (DC) dari baterai dialirkan ke inverter yang berfungsi mengubah arus searah menjadi arus bolak-balik (AC) sesuai dengan kebutuhan motor induksi satu fasa. Proses konversi ini menjadi krusial karena arus keluaran inverter akan mempengaruhi karakteristik kerja motor, seperti kecepatan putaran nominal (rpm) dan torsi input elektrik yang dihasilkan. Motor induksi satu fasa yang menerima suplai dari inverter kemudian mengkonversi energi listrik menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Putaran ini diteruskan ke kincir aerasi sehingga menghasilkan gerakan mekanis untuk mengaduk dan memercikkan air kolam. Melalui skema sistem *battery charging* ini, hubungan sebab-akibat antara tingkat pengisian baterai, karakteristik kelistrikan, dan kinerja mekanik kincir aerasi dapat dianalisis secara terstruktur dan skema ini juga memudahkan proses pengukuran parameter penelitian.

3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 4 *Flowchart system*

3.9 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

3.9.1. Mulai

Penyusunan proposal tugas akhir dilakukan setelah rangkaian kegiatan *On The Job Training* (OJT) selesai dilaksanakan. Tahapan ini merupakan fase awal yang menandai dimulainya proses penyelesaian Tugas Akhir secara sistematis.

3.9.2 Studi Literatur

Tahapan ini mencakup studi literatur melalui penelusuran sumber tertulis yang relevan, seperti jurnal ilmiah serta arsip pendukung lainnya yang berkaitan dengan topik tugas akhir untuk menjelaskan metode yang digunakan.

3.9.3 Perancangan sistem kelistrikan dan mekanik

Perancangan sistem pada penelitian ini dilakukan untuk membangun sistem kincir aerasi berbasis *battery charging* yang mampu beroperasi secara stabil sehingga pengaruh variasi tingkat pengisian baterai terhadap kinerja kincir aerasi dapat dianalisis secara optimal. Perancangan mencakup integrasi antara sistem kelistrikan dan sistem mekanik agar proses konversi energi listrik menjadi energi mekanik berlangsung secara efektif dan sesuai dengan tujuan penelitian. Pada sistem kelistrikan, energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dialirkan menuju *Solar Charge Controller* (SCC) tipe *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) untuk mengoptimalkan proses pengisian baterai LiFePO₄ serta mengendalikan tegangan dan arus pengisian agar tetap berada pada batas operasi yang aman. Energi yang tersimpan di dalam baterai kemudian diubah oleh inverter dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) sebagai sumber daya bagi motor induksi satu fasa. Variasi *State of Charge* (SOC) yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 25%, 50%, 75%, dan 100%, yang dijadikan sebagai variabel penelitian untuk menganalisis perubahan nilai tegangan, arus, daya, dan perhitungan kecepatan putaran nominal (RPM), dan torsi input elektriknya selama proses pengujian.

Pada sistem mekanik, motor induksi satu fasa dihubungkan dengan gearbox berasio 1:14 yang berfungsi mereduksi kecepatan putaran motor sekaligus meningkatkan torsi sebelum diteruskan ke poros penggerak kincir aerasi. Selanjutnya, putaran poros menggerakkan sudu-sudu kincir sehingga menghasilkan percikan air yang berfungsi meningkatkan proses aerasi pada kolam uji. Seluruh komponen mekanik dirancang dan dipasang secara kokoh untuk menjaga keselarasan poros, mengurangi getaran, serta menjamin kestabilan sistem selama proses pengambilan data berlangsung. Melalui perancangan kedua sistem tersebut, diharapkan seluruh parameter penelitian yang meliputi tegangan (V), arus (A), daya (W), kecepatan putaran nominal (RPM), dan torsi input elektriknya (Nm) dapat diperoleh secara akurat pada setiap variasi *battery charging*. Dengan demikian, hasil pengujian mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai pengaruh tingkat pengisian baterai terhadap performa kincir aerasi secara menyeluruh.

3.9.4 Pemilihan alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian untuk pengambilan data meliputi:

- Alat:

1. Kincir aerasi
2. Motor listrik penggerak
3. Solar panel (opsional)
4. *Solar charge controller* / SCC MPPT
5. Inverter
6. Multimeter digital
7. *Tachometer*
8. Aplikasi Tuya
9. *Stopwatch*
10. Kabel penghubung

- Bahan :

1. Baterai 12V 2 buah
2. Air kolam uji

3.9.5 Perakitan *battery charging*

Perakitan *battery charging* dilakukan untuk memastikan aliran energi listrik dari sumber pengisian menuju baterai dan selanjutnya digunakan untuk menggerakkan kincir aerasi. Tahapan perakitan dilakukan sebagai berikut:

1. Solar panel dihubungkan ke terminal input pada *solar charge controller* sesuai dengan polaritas positif dan negatif.
2. Baterai dihubungkan ke terminal baterai pada *charge controller* untuk proses pengisian dan pengaturan tegangan.
3. Output baterai dihubungkan ke inverter untuk merubah arus DC pada baterai ke AC pada motor.
4. Motor dipasangkan pada poros kincir aerasi dan pastikan terpasang dengan kuat.
5. Seluruh sambungan kabel diperiksa kembali untuk memastikan tidak terjadi kesalahan koneksi.

3.9.6 Prosedur pengujian *battery charging*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh dan pengisian tercepat pada variasi tingkat pengisian baterai terhadap kincir aerasi. prosedur pengujian dilakukan bertahap sebagai berikut:

1. Mengisi baterai hingga mencapai tingkat tertentu dengan variasi 25%, 50%, 75%, dan 100% dengan interval 5 menit pengambilan data dan Setiap 25 menit untuk proses *charging*.
2. Mencatat tegangan (V) serta arus (I) baterai pada setiap pengisian yang dilakukan sebelum dimasukkan kolam uji atau dipinggir kolam dan masukkan nilai dalam tabel pengambilan data.
3. Menghitung kecepatan putaran nominal menggunakan perhitungan teoritis untuk mendapatkan (rpm) yang dihasilkan.
4. Mencatat setiap kondisi pengisian baterai dengan interval per 5 menit dan masukkan dalam tabel pengambilan data.
5. pengujian untuk setiap variasi *battery charging* untuk memperoleh data yang akurat dengan melihat panel pada box panel dan aplikasi pada Tuya untuk persentase waktu dan timer atau *stopwatch* untuk waktu interval pengambilan data.

3.9.7 Proses pengambilan data

Data yang diambil dalam penelitian ini meliputi data tegangan (V) baterai, arus (I), daya (P) saat *charging*, perhitungan kecepatan putar nominal (RPM), dan perhitungan besar torsi input elektrik yang dihasilkan (τ). Pengambilan data dilakukan secara langsung saat variasi pengisian baterai. Pengukuran atau pemantauan parameter penelitian ini dilakukan yaitu sisi baterai (DC). Tegangan baterai dan arus pengisian (*charging*) diukur menggunakan alat monitoring baterai berbasis Tuya (CW24/CW20) dan dilihat dari box panel yang dipasang dipintu box panelnya. Dengan menggunakan tabel data sebagai berikut:

Tabel 3. 5 Metode pengambilan data

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit					
10 menit					
15 menit					
20 menit					
25 menit					

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Persiapan Perbaikan Sistem

Sebelum melakukan pengujian pada baterai dan kincir aerasi, penting untuk melakukan pemeriksaan terlebih dahulu. Dalam proses pengecekan, ditemukan adanya kabel yang kurang melekat pada baterai dan ada kabel yang putus dalam sistem kotak panelnya, sehingga menyebabkan kincir tidak dapat beroperasi. Untuk mengatasi masalah ini, langkah yang perlu diambil adalah mengencangkan baut dengan kabel yang ada di baterai menggunakan kunci pas 12 dan penyambungan yang ada di dalam kotak panel, selain itu juga dilakukan pengecekan pada alat lain dan kabelnya untuk memastikan bahwa tidak ada lagi trouble saat melakukan pengujian.



Gambar 4. 1 perbaikan sistem

4.2 Persiapan Pengujian Baterai Dan Kincir

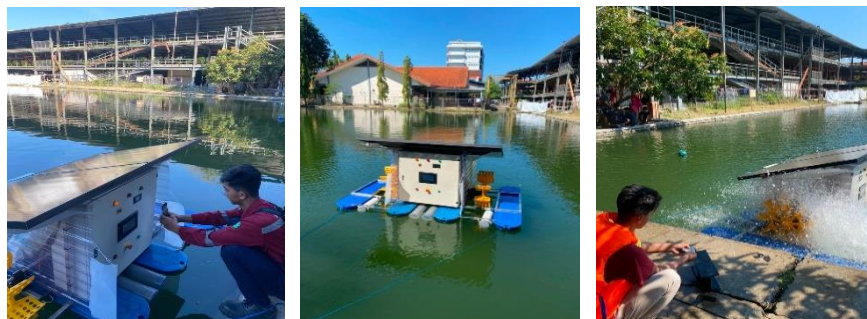
Sebelum melakukan pengujian, dilakukan beberapa tahapan persiapan untuk memastikan sistem kincir aerasi berbasis *battery charging* dapat bekerja dengan baik serta menghasilkan data yang akurat dan valid. Persiapan ini meliputi pengecekan alat untuk melihat hasil dari putaran kincir, perakitan sistem atau memasang baterai pada tempatnya, serta kalibrasi alat ukur untuk melihat tegangan awal sebelum dilakukan *charging*.



Gambar 4. 2 pengecekan alat ukur, perakitan sistem, kalibrasi alat ukur

4.3 Gambaran Umum Pengujian

Pengujian pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi tingkat pengisian (*battery charging*) terhadap kinerja kincir aerasi saat beroperasi. Sistem pengujian *battery* yang terisi tegangan (V), arus (I) dari solar panel dan motor induksi sebagai penggerak kincir. Variasi tingkat pengujian dari 25%, 50%, 75%, dan 100%, sesuai dengan batasan masalah yang telah ditetapkan pada proposal penelitian. Parameter yang diamati meliputi tegangan (V) baterai, arus (I), dan perhitungan kecepatan putaran nominal (RPM) dan interval waktu. Pengujian dilakukan pada kolam uji Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dengan kondisi operasional yang sama setiap variasi pengujian dengan interval 5 menit setiap pengambilan data, data diambil secara *real-time* pada box panel sistem dan monitoring persentase pada aplikasi tuya dan perhitungan teoritis untuk melihat kecepatan putaran nominal juga torsi input elektrik.



Gambar 4. 3 *charging* dan pengujian

4.4 Korelasi Sistem *Battery charging* Terhadap Pengoperasian Motor Induksi Satu Phase

Pada penelitian ini, sesuai spesifikasi *name plate* motor induksi satu fasa yang digunakan memiliki tegangan kerja 220 V AC, sedangkan sumber energi berasal dari baterai Lifepo4 dengan tegangan nominal 24 V DC, perbedaan tingkat tegangan tersebut tidak menyebabkan motor bekerja secara langsung dari baterai, melainkan melalui rangkaian konversi energi yang terdiri atas *Maximum Power Point Traking* (MPPT) dan Inverter. Energi listrik yang dihasilkan panel surya terlebih dahulu diatur oleh MPPT agar proses pengisian baterai berlangsung pada titik daya maximum. MPPT mengoptimalkan tegangan dan arus keluaran panel surya sehingga baterai dapat terisi secara efisien sesuai karakteristik baterai Lifepo4. Setelah energi tersimpan di dalam baterai 24 V DC, Inverter mengubah tegangan 24 V DC menjadi 220 V AC dengan Frekuensi 50 Hz sehingga sesuai dengan spesifikasi kerja motor induksi satu fasa. Dengan demikian, motor memperoleh sumber tegangan AC yang stabil meskipun sumber energi awal berasal dari baterai bertegangan rendah. Secara prinsip, proses konversi energi pada sistem penelitian dapat dituliskan sebagai berikut. Panel Surya – MPPT - *Battery* Lifepo4 - Inverter – Motor Induksi 1 Fasa – Gearbox - Kincir Aerasi. sistem ini sejalan dengan teori (Linares-Flores et al., n.d.) Besarnya arus yang ditarik dari baterai bergantung pada daya yang dibutuhkan motor dan efisiensi inverter, Hubungan tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}P_{AC} &= V_{motor} \times I_{motor} \times \cos \varphi \\P_{AC} &= 220 \times 1,45 \times 0,79 \\&= 252,01 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Dengan memperhitungkan efisiensi inverter (η), maka:

$$\begin{aligned}P_{DC} &= \frac{P_{AC}}{\eta} \\P_{DC} &= \frac{252,01}{88\%} \\&= 286,375 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Sehingga arus baterai dapat dihitung:

$$I \text{ baterai} = \frac{V \text{ motor} \times I \text{ motor} \times \cos \varphi}{V \text{ baterai} \times \eta}$$

$$I \text{ baterai} = \frac{220 \times 1,45 \times 0,79}{24 \times 88\%}$$

$$I \text{ baterai} = \frac{252,01}{21,12}$$

$$= 11,93 \text{ A}$$

4.5 Data Hasil Pengujian

Data berikut merupakan pengujian kedua pada sistem variasi *charging battery* yang dimulai pengujian pukul 07.00 sampai dengan 10.25 WIB. Pengujian dilakukan pada sistem kincir aerasi yang menggunakan energi terbarukan yaitu baterai sebagai sumber utama dengan variasi tingkat pengisian. Pengambilan data secara langsung pada sistem yang telah dirangkai dibox panel dan persentase terhubung pada aplikasi Tuya untuk memantau persentase *charging* dan *Tachometer* untuk pengambilan Kecepatan putaran (RPM) yang dihasilkan kincir aerasi dengan memperhitungkan perhitungan teoritis berdasarkan nilai konstan spesifikasi motor. Tabel berikut diisi berdasarkan data aktual pengujian variasi *charging battery* dan perhitungan ideal (RPM) nominal sebenarnya, dengan kondisi cuaca sangat cerah serta hasil perhitungan pada kecepatan putaran nominal dalam mencari nilai aktual untuk perhitungan torsi input elektrik.

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Variasi *Battery Charging* pada 25%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	22,19	19,68	435,69	103, 57	38,08
10 menit	22,34	19,31	431,38		
15 menit	22,5	18,91	425,47		
20 menit	22,81	18,59	424,03		
25 menit	22,94	18,01	413,14		

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Variasi *Battery Charging* pada 50%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	23,02	17,84	410,67	103, 57	29,15
10 menit	23,21	16,98	394,10		
15 menit	23,45	15,88	372,38		
20 menit	23,69	14,45	342,32		
25 menit	23,96	13,20	316,27		

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Variasi *Battery Charging* pada 75%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	24,08	11,48	276,40	103, 57	2,40
10 menit	24,47	8,98	219,74		
15 menit	24,69	6,73	166,16		
20 menit	24,86	2,03	50,465		
25 menit	24,88	1,05	26,124		

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Variasi *Battery Charging* pada 100%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	24,94	0,63	15,712	103, 57	0,24
10 menit	24,98	0,39	9,742		
15 menit	25,02	0,20	5,004		
20 menit	25,33	0,17	4,306		
25 menit	25,39	0,11	2,792		

4.6 Perhitungan Daya Pada Setiap Variasi *Battery charging*

Berikut merupakan salah satu perhitungan data daya yang diserap baterai sesuai variasi *charging* pada SOC 25% sampai 100%, dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1):

$$P = V \times I$$

1. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 25 % menit 5 pertama.

$$P = V \times I$$

$$= 22,19 \times 19,68$$

$$= 436,69 \text{ Watt}$$

$$= 0,43669 \text{ kW}$$

2. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 25 %. menit 5 kedua.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 22,34 \times 19,31 \\&= 431,38 \text{ Watt} \\&= 0,43138 \text{ kW}\end{aligned}$$

3. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 25% menit 5 ketiga.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 22,5 \times 18,91 \\&= 425,47 \text{ Watt} \\&= 0,42547 \text{ kW}\end{aligned}$$

4. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 25% menit 5 keempat.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 22,81 \times 18,59 \\&= 424,03 \text{ Watt} \\&= 0,42403 \text{ Kw}\end{aligned}$$

5. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 25% menit 5 kelima.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 22,94 \times 18,01 \\&= 413,14 \text{ Watt} \\&= 0,41314 \text{ kW}\end{aligned}$$

6. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 50% menit 5 pertama.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 23,02 \times 17,84 \\&= 410,67 \text{ Watt} \\&= 0,41067 \text{ kW}\end{aligned}$$

7. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 50% menit 5 kedua.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 23,21 \times 16,98 \\&= 394,10 \text{ Watt} \\&= 0,39410 \text{ kW}\end{aligned}$$

8. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 50% menit 5 ketiga.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 23,45 \times 15,88 \\&= 372,38 \text{ Watt} \\&= 0,37238 \text{ kW}\end{aligned}$$

9. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 50% menit 5 keempat.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 23,69 \times 14,45 \\&= 342,32 \text{ Watt} \\&= 0,34232 \text{ kW}\end{aligned}$$

10. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 50% menit 5 kelima.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 23,96 \times 13,30 \\&= 316,27 \text{ Watt} \\&= 0,31627 \text{ kW}\end{aligned}$$

11. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 75% menit 5 pertama.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 24,08 \times 11,48 \\&= 276,40 \text{ Watt} \\&= 0,27640 \text{ kW}\end{aligned}$$

12. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 75% menit 5 kedua.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 24,47 \times 8,98 \\&= 219,74 \text{ Watt} \\&= 0,21974 \text{ kW}\end{aligned}$$

13. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 75% menit 5 ketiga.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 24,69 \times 6,73 \\&= 166,16 \text{ Watt} \\&= 0,16616 \text{ kW}\end{aligned}$$

14. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 75% menit 5 keempat.

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 24,86 \times 2,03 \\ &= 50,465 \text{ Watt} \\ &= 0,050465 \text{ kW} \end{aligned}$$

15. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 75% menit 5 kelima.

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 24,88 \times 1,05 \\ &= 26,124 \text{ Watt} \\ &= 0,026124 \text{ kW} \end{aligned}$$

16. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 100% menit 5 pertama.

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 24,94 \times 0,63 \\ &= 15,712 \text{ Watt} \\ &= 0,015712 \text{ kW} \end{aligned}$$

17. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 100% menit 5 kedua.

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 24,98 \times 0,39 \\ &= 9,742 \text{ Watt} \\ &= 0,009742 \text{ kW} \end{aligned}$$

18. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 100% menit 5 ketiga.

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 25,02 \times 0,20 \\ &= 5,004 \text{ Watt} \\ &= 0,005004 \text{ kW} \end{aligned}$$

19. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 100% menit 5 keempat.

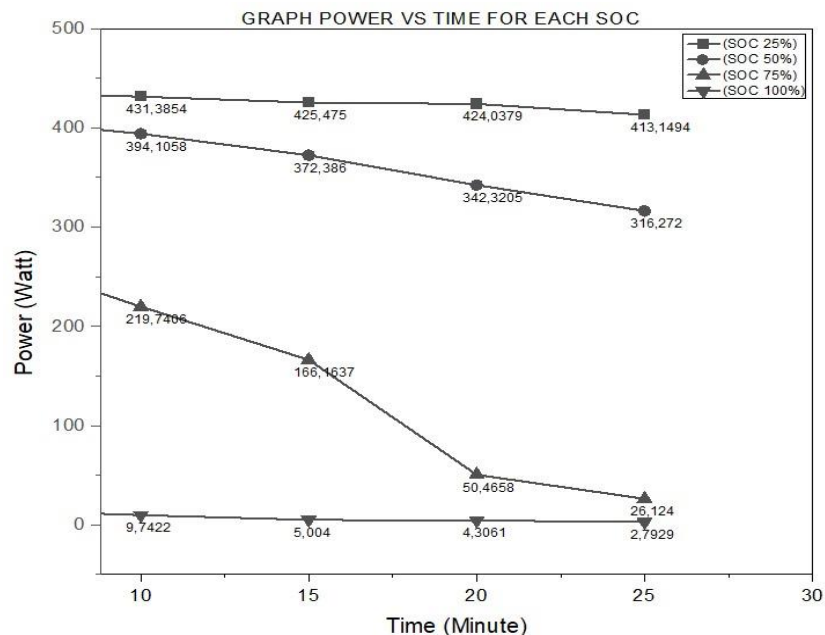
$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 25,33 \times 0,17 \\ &= 4,306 \text{ Watt} \\ &= 0,004306 \text{ kW} \end{aligned}$$

20. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 100% menit 5 keempat.

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 25,39 \times 0,11 \\
 &= 2,792 \text{ Watt} \\
 &= 0,002792 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

4.6.1 Grafik perhitungan daya yang dihasilkan pada variasi *battery charging*

Perhitungan yang telah dilakukan diatas merupakan data analisis daya setiap variasi *battery charging*, hasil perhitungan menunjukkan grafik dibawah:



Gambar 4. 4 Grafik daya terhadap interval waktu variasi pengisian baterai

4.6.2 Pembahasan Gambar Grafik 4.4

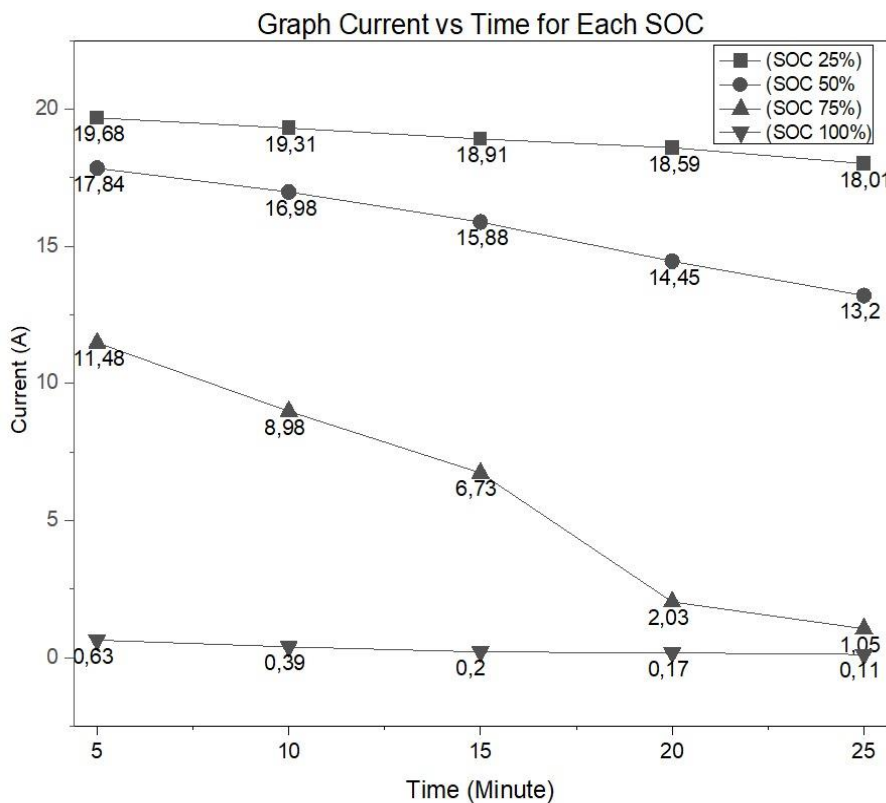
Berdasarkan Gambar Grafik 4.4 terlihat bahwa daya pengisian baterai pada setiap tingkat *State Of Charge* (SOC) mengalami penurunan selama interval waktu pengambilan data. Pada SOC 25% daya berada pada kisaran 431,39 Watt - 413,15 Watt. Selanjutnya, pada SOC 50% daya menurun dari 394,11 Watt menjadi 316,27 Watt. Penurunan yang lebih besar terjadi pada SOC 75%, yaitu dari 219,78 Watt menjadi 26,12 Watt, sedangkan pada SOC 100% daya hanya berada kisaran 9,74-2,79 Watt. Perubahan daya tersebut dipengaruhi oleh karakteristik kerja *Maximum Power Point Tracking*

(MPPT) dalam mengatur proses pengisian baterai, MPPT yang digunakan memiliki arus pengisian maximum sebesar 20A, namun nilai tersebut hanya dapat dicapai ketika kondisi baterai mencapai tegangan rendah sekitar (22.0 volt atau SOC rendah). Berdasarkan gambar grafik 4.4, hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai SOC, semakin kecil daya pengisian yang diterima baterai. Hal ini sesuai dengan karakteristik baterai Lifepo4 untuk menjaga baterai agar tetap efisien dan tahan lama, fenomena ini sejalan dengan teori yang dijelaskan oleh (Irfan Zidni.,2020).

4.7 Pengaruh Variasi *battery charging* terhadap interval waktu

Berikut grafik yang mempengaruhi variasi *battery charging* terhadap interval waktu pada SOC 25%, 50%, 75%, dan 100% yang berisi grafik arus terhadap waktu interval dan tegangan terhadap waktu interval.

4.7.1 Grafik Hubungan Arus Terhadap Interval Waktu Setiap SOC.



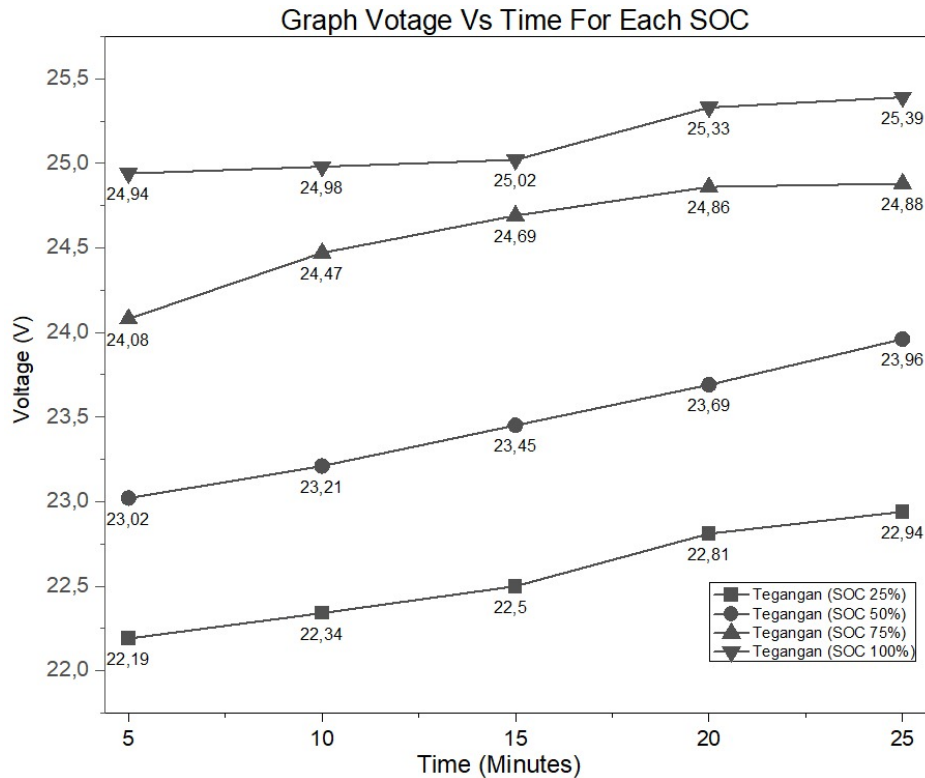
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Arus Terhadap Interval Waktu Setiap SOC

4.7.2 Pembahasan Gambar Grafik 4.5

Pada gambar 4.5 grafik terlihat secara keseluruhan visualisasi ini memvalidasi teori pengaruh terhadap karakteristik pengisian baterai. Seiring

bertambahnya waktu, arus menunjukkan kecenderungan menurun. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa energi listrik yang diterima baterai terus bertambah sehingga kapasitas pengisian meningkat, penurunan arus merupakan respons sistem pengisian dalam menjaga efisiensi dan kestabilan proses pengisian hingga mencapai tingkat SOC berikutnya. Pada grafik 4.5 selaras menurut teori (Irfan Zidni.,2020) Pada tingkat SOC yang rendah 25% dan 50%, sistem mulai proses pengisian dengan nilai arus yang sangat tinggi pada menit ke-5 untuk SOC 25% mencapai 19,68 A, sedangkan untuk SOC 50% berada pada 17,84 A. Seiring bertambahnya waktu hingga menit ke 25, kedua kurva ini menunjukkan penurunan yang relatif landai, dimana nilai akhir arus berturut-turut berada pada 18,01 A (SOC 25%) dan 13,2 A (SOC 50%). Sedangkan pada kurva pengisian pada SOC 75% menunjukkan penurunan yang jauh lebih signifikan dan curam dibandingkan dengan kondisi SOC rendah. Arus awal pada menit ke-5, tercatat sebesar 11,48 A, kemudian merosot menjadi 6,73 A saat menit ke-15, dan menyusut drastis hingga menyentuh 1,05 A pada menit ke-25. Penurunan ini mengindikasikan bahwa baterai telah memasuki fase transisi dari metode pengisian *Constant Current* menuju *Constant Voltage* menurut (Dany Mufty & Khoirunnisaa, 2026). Pada SOC 100% kurva pengisian berada diposisi yang paling bawah membentuk garis yang hampir mendatar mendekati angka nol sepanjang interval waktu pengujian. Nilai arus konstan berada pada rentang yang sangat kecil, mulai dari 0,63 A pada menit ke-5 dan terus mengecil hingga 0,11 A pada menit ke-25. Arus yang mengalir diposisi SOC 100% bertujuan untuk menjaga tegangan baterai tetap stabil pada kondisi mencapai penuh sekaligus mengompensasi fenomena kehilangan daya alami tanpa membebani sel baterai secara berlebih untuk menjaga baterai.

4.7.3 Grafik Hubungan Tegangan Terhadap Waktu Interval Setiap SOC



Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Tegangan Terhadap Interval Waktu Setiap SOC

4.7.4 Pembahasan Gambar Grafik 4.6

Gambar Grafik 4.6 menunjukkan adanya kenaikan tegangan dan seiring bertambahnya waktu interval pada SOC 25%, kondisi tersebut merupakan karakteristik pengisian baterai Lifepo4, tegangan baterai meningkat secara bertahap dari 22,19 V menjadi 22,94 V. hal ini menunjukkan bahwa pada SOC 25% masih memasuki fase pengisian awal, sehingga energi listrik diserap masih relatif rendah. Namun, pada kurva tegangan pada kondisi SOC 50% menunjukkan kenaikan yang paling linear, grafik ini membuktikan bahwa baterai SOC 50% pada kapasitas setengah penuh, Hal ini membuat penyerapan arus berjalan maksimal sehingga menghasilkan kenaikan tegangan yang stabil tanpa memicu lonjakan panas pada sel baterai. ini merupakan hasil yang berkaitan dengan teori (Dany Mufty & Khoirunnisaa, 2026) bahwa kondisi SOC menengah seperti 50% sistem pengisian bekerja mode *constant current*. Pada fase ini, arus yang dialirkan ke baterai didesain tinggi untuk mengisi daya secepat

mungkin, terbukti pada gambar grafik 4.6 dimana pasokan arus yang besar ini untuk mendorong *ion lithium* bermigrasi dari katoda menuju anoda secara masif karena ruang penyimpanan pada sel baterai masih tersedia luas karena baru terisi separuh atau 50%. pada SOC 75% tegangan baterai mengalami peningkatan dari 24,08 V menjadi 24,88 V selama interval pengisian 5-25 menit, membuktikan bahwa baterai telah beralih dari fase *Constant Current* menuju *Constant Voltage*. Pada kapasitas SOC 75% ini baterai sudah mendekati titik hampir penuh sehingga kondisi tegangan baterai masih stabil dan tidak mengalami kenaikan yang tajam. Saat kondisi SOC 100%, kurva tegangan berada diposisi paling atas dan membentuk garis horizontal yang hampir datar sempurna sejak awal interval, ini merupakan fase *Constant Voltage* pada metode pengisian sikuit *Constant Current – Constant Voltage*. Karakter ini sangat lumrah terjadi ketika SOC 100%. Fenomena ini selaras dan memvalidasi teori yang dikemukakan (Dany Mufty & Khoirunnisaa, 2026) dijelaskan bahwa penggabungan metode *Constant Current – constant Voltage* sangat krusial untuk mengontrol pengisian berdasarkan kondisi *State Of Charge* (SOC) secara *real-time*. Pengondisian peningkatan secara otomatis pada akhir fase pengisian ini juga melindungi dari *overcharging battery* serta menjaga umur baterai.

4.8 Analisis Torsi Input Elektrik Pada Performa Mekanis Setiap Variasi *Battery charging*

Untuk mengetahui Torsi input elektrik sebagai penggerak kincir terlebih dulu menghitung kecepatan putaran sudut motor (ω_{motor}) kemudian menghitung kecepatan sudut kincir (ω_{kincir}) setelah gearbox, karena gearbox memiliki rasio 1:14 yang terdapat pada spesifikasi, setelah itu menghitung kecepatan putaran nominal (RPM) dengan perhitungan menggunakan persamaan (Aidil Fajar et al., 2025). Berikut perhitungan kecepatan putaran nominal menggunakan persamaan (2.2):

$$n = 2\pi \times \text{RPM} / 60$$

maka:

$$\omega_{\text{motor}} = \text{RPM}_{\text{motor}} \times \frac{2\pi}{60}$$

$$\omega_{\text{motor}} = 1450 \times \frac{2 \times 3,14}{60}$$

$$\omega_{\text{motor}} = 151,84 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{\text{kincir}} = \omega_{\text{motor}} / \text{Rasio Gearbox}$$

$$\omega_{\text{kincir}} = 151,84 / 14 = 10,85 \text{ rad/s}$$

$$\text{RPM kincir} = \omega_{\text{kincir}} \times \frac{30}{\pi}$$

$$\text{RPM kincir} = 10,85 \times \frac{30}{3,14}$$

$$\text{RPM kincir} = 103,57 \text{ RPM}$$

Namun, berdasarkan pengukuran langsung menggunakan alat ukur *tachometer* diperoleh nilai kecepatan putaran aktual sebesar 107,3 RPM. Terdapat selisih 3,73 RPM antara nilai aktual lapangan dan nilai teoritis, maka nilai teoritis berdasarkan spesifikasi pada motor inilah yang dipilih dan digunakan sebagai konstanta pembagi dalam perhitungan nilai besarnya torsi input elektrik terhadap daya interval ke 5 pada waktu 25 menit setiap tingkat variasi pengisian baterai dengan menggunakan persamaan (Faizal Tegar., 2021) :

Berikut perhitungan torsi menggunakan persamaan (2.3):

$$(\tau) : 9,55 \times \frac{P}{n}$$

1. Perhitungan besar torsi motor terhadap daya pada variasi *battery charging* 25%.

$$\begin{aligned} (\tau) &= 9,55 \times \frac{413,14}{103,57} \\ &= 9,55 \times 3,988 \\ &= 38,08 \text{ Nm} \end{aligned}$$

2. Perhitungan besar torsi motor terhadap daya pada variasi *battery charging* 50%.

$$\begin{aligned} (\tau) &= 9,55 \times \frac{316,27}{103,57} \\ &= 9,55 \times 3,053 \\ &= 29,15 \text{ Nm} \end{aligned}$$

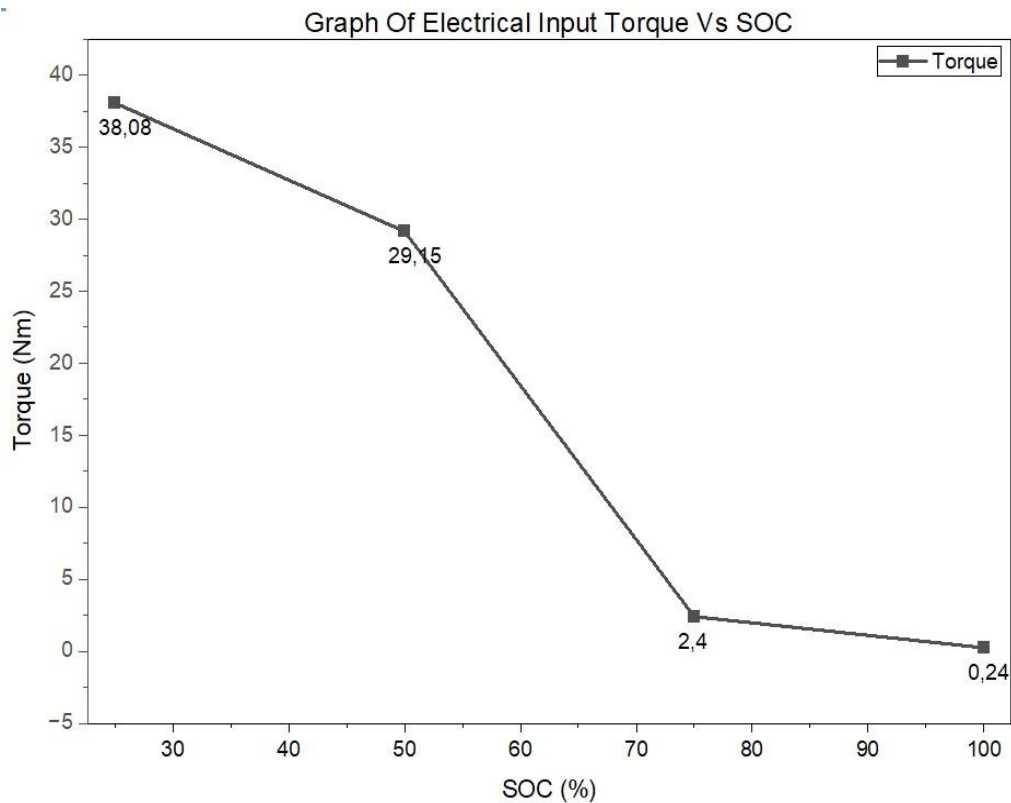
3. Perhitungan besar torsi motor terhadap daya pada variasi *battery charging* 75%.

$$\begin{aligned}(\tau) &= 9,55 \times \frac{26,124}{103,57} \\&= 9,55 \times 0,252 \\&= 2,40 \text{ Nm}\end{aligned}$$

4. Perhitungan besar torsi motor terhadap daya pada variasi *battery charging* 100%.

$$\begin{aligned}(\tau) &= 9,55 \times \frac{2,792}{103,57} \\&= 9,55 \times 0,026 \\&= 0,24 \text{ Nm}\end{aligned}$$

4.8.1. Grafik Torsi Input Elektrik Terhadap SOC



Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Torsi Input Elektrik Terhadap SOC

4.8.2. Pembahasan Gambar 4.7 Grafik hubungan torsi pada setiap SOC

Berdasarkan Gambar Grafik 4.7 kalkulasi pengujian variasi *charging battery* didapatkan data yang menunjukkan tren penurunan nilai torsi secara linier seiring meningkatnya tegangan kapasitas

penyimpanan energi baterai (SOC). Ketika kondisi baterai berada pada SOC 25% menit ke 25 konsumsi daya berada pada 413,14 Watt dan menghasilkan torsi puncak sebesar 38,08 N.m. sebaliknya saat kondisi baterai terisi SOC 100%, konsumsi daya merosot tajam menjadi 2,792 Watt dengan nilai Torsi sebesar 0,24 N.m pada putaran konstan kincir sebesar 103,57 RPM. Fenomena ini sejalan dengan kajian (Zaky Ahmad et al., 2026) mengenai karakteristik motor arus (DC) terhadap fluktuasi beban eksternal. Di dalam teori rangkaian motor, nilai torsi yang diproduksi poros motor berbanding lurus secara linier terhadap intensitas arus.

4.9 Variasi *Battery charging* Yang Optimal Terhadap Kinerja Kincir Aerasi

Penentuan kondisi pengisian baterai yang optimal dilakukan dengan mempertimbangkan seluruh parameter penelitian, yaitu daya yang dihasilkan baterai saat *charging* dari solar panel, kecepatan putaran nominal, torsi input elektrik. Berdasarkan hasil pengujian pada variasi tingkat pengisian baterai (SOC) sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100%, diperoleh bahwa kondisi SOC 50% merupakan kondisi yang paling optimal dalam mendukung kinerja kincir aerasi. Hal ini bahwa baterai mampu menghasilkan daya pengisian 316,27 Watt dengan tegangan 23,96 V, 13,20A, dan torsi sebesar 29,15 N.m, pada kecepatan putaran nominal konstan 103,57 RPM. Nilai tersebut menunjukkan bahwa energi listrik yang diterima baterai masih cukup besar untuk mempertahankan performa motor tanpa memberikan arus pengisian yang terlalu tinggi seperti SOC 25%. Sedangkan pada kondisi 25% daya dan arus pengisian memang paling tinggi, namun kondisi tersebut menunjukkan baterai masih berada ditahap awal pengisian, sehingga sistem bekerja dengan arus maximal untuk mengisi kapasitas baterai. Sebaliknya pada, SOC 75% dan 100%, arus serta daya pengisian menurun sangat signifikan karena telah memasuki fase pengisian akhir (*Constant Voltage*), sehingga energi yang diterima baterai semakin kecil dan torsi input elektriknya juga mengalami penurunan. Dengan

demikian SOC 50% dapat disimpulkan sebagai variasi *battery charging* yang paling optimal, karena memberikan keseimbangan antara tegangan, arus, daya, dan torsi sehingga sistem kincir mampu bekerja secara stabil dan efisien.

4.10 Ringkasan Hasil

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa temuan utama sebagai berikut:

1. Daya pengisian baterai mengalami penurunan seiring meningkatnya nilai SOC. Pada kondisi SOC rendah (25%), daya pengisian pada interval waktu ke 25 menit mencapai sekitar 413,14 Watt sedangkan SOC 100% hanya sekitar 2,792 Watt, menunjukkan bahwa arus pengisian berkurang ketika baterai mendekati kapasitas penuh
2. Variasi *State Of Charge* (SOC) mempengaruhi karakteristik pengisian baterai Lifepo4. Semakin tinggi nilai SOC, maka tegangan baterai meningkat secara bertahap, sedangkan arus pengisian menurun sesuai karakteristik metode pengisian *Constant Current-Constant Voltage*.
3. Selama pengujian relatif konstan menggunakan nilai nominal hasil perhitungan sebesar 103,57 RPM pada seluruh variasi SOC. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan motor induksi satu fasa dengan gear box rasio 1: 14 mampu menjaga kestabilan putaran meskipun terjadi perubahan karakteristik pengisian baterai. Besarnya torsi input elektrik dipengaruhi oleh daya yang tersedia selama proses pengisian. Nilai torsi tertinggi diperoleh pada SOC 25% sebesar 38,08 N.m, kemudian menurun menjadi 29,15 N.m pada SOC 50%, 2,40 N.m pada SOC 75%, dan 0,24 N.m pada SOC 100%, sehingga menunjukkan hubungan berbanding lurus antara daya dan torsi input elektrik.
4. Berdasarkan seluruh parameter pengujian yang meliputi tegangan, arus, daya, kecepatan putaran nominal, dan torsi input elektrik. Kondisi SOC 50% merupakan variasi *battery charging* yang paling

optimal karena memberikan keseimbangan antara efisiensi pengisian, kestabilan operasi sistem, serta kemampuan motor dalam menggerakkan kincir aerasi secara berkelanjutan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan teoritis serta analisis yang telah dilakukan mengenai pengaruh variasi *battery charging* terhadap kinerja kincir aerasi berbasis baterai LiFePO₄ diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Besarnya daya pengisian mengalami kecenderungan menurun seiring bertambahnya tingkat pengisian baterai. Daya tertinggi tercatat pada SOC 25% sebesar 435,69 W, kemudian menurun menjadi 410,67 W pada SOC 50%, 276,40 W pada SOC 75% dan hanya 15,71 W ketika baterai mencapai SOC 100%. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan arus pengisian semakin kecil ketika kapasitas baterai mendekati kondisi penuh
2. Variasi tingkat *State of Charge* (SOC) berpengaruh terhadap waktu pengisian baterai. Pada kondisi SOC 25% hingga 50%, proses pengisian berlangsung lebih cepat karena arus pengisian masih tinggi (fase *Constant Current*). Memasuki SOC 75%, laju pengisian mulai melambat akibat penurunan arus sebagai transisi menuju fase *Constant Voltage*. Sementara itu, pada SOC 100% waktu yang diperlukan untuk menambah kapasitas baterai menjadi lebih lama karena arus pengisian sangat kecil dan tegangan telah mendekati nilai maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai SOC, semakin lambat laju pengisian baterai hingga mencapai kondisi penuh.
3. Nilai torsi input elektrik menunjukkan kecenderungan menurun seiring berkurangnya daya yang tersedia selama proses pengisian. Torsi sebesar 38,08 Nm diperoleh pada SOC 25%, kemudian berkurang menjadi 29,15 Nm pada SOC 50%, 2,40 Nm pada SOC 75%, dan 0,24 Nm pada SOC 100%. Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan langsung antara daya listrik yang tersedia dengan kemampuan motor menghasilkan torsi.
4. Berdasarkan evaluasi seluruh parameter yang diamati, meliputi

tegangan, arus, daya, dan perhitungan kecepatan putaran nominal, dan torsi input elektrik, kondisi SOC 50% memberikan kinerja sistem yang paling baik. Pada kondisi ini diperoleh keseimbangan antara efisiensi pengisian, kestabilan suplai energi, serta performa motor dalam menggerakkan kincir aerasi secara berkesinambungan

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pengujian sebaiknya dilakukan pada kondisi intensitas penyinaran matahari yang lebih beragam sehingga pengaruh perubahan daya keluaran panel surya terhadap proses pengisian baterai dapat diketahui secara lebih menyeluruh,
2. Penelitian berikutnya disarankan menggunakan variasi kapasitas baterai, daya panel surya, maupun spesifikasi motor yang berbeda agar diperoleh konfigurasi sistem yang dimiliki performa lebih optimal.
3. Parameter pengujian dapat diperluas dengan menambahkan pengukuran efisiensi inverter, efisiensi motor, konsumsi energi, serta perubahan kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) sehingga efektivitas kincir aerasi dapat dianalisis secara lebih komprehensif dan jumlah pengulangan pengujian dan durasi pengambilan data sebaiknya ditingkatkan agar hasil penelitian memiliki tingkat akurasi, konsistensi, dan keandalan yang lebih baik.
4. Sistem *battery charging* berbasis panel surya yang diterapkan pada penelitian ini memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif pada kincir aerasi tambak. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan mengenai keandalan sistem dalam pengoperasian jangka panjang serta analisis kelayakan dari aspek teknis dan ekonomi.

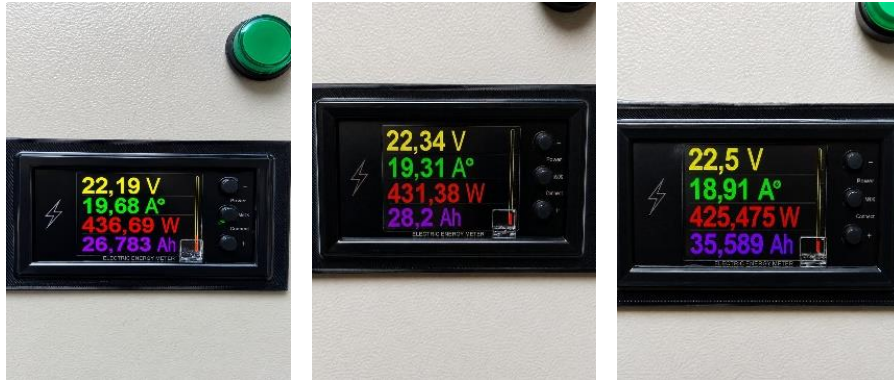
DAFTAR PUSTAKA

- Agus, A. N. (2024). Desain Solar Charge Controller Metode Full Power Point Tracking (FPPT) Atau Pelacakan Pengisian Daya Penuh Untuk Panel PV Dan Power Station Portabel. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 10(1), 135-145.
- Apdilah, D. (2016). Akuisisi Data Motor 1 Fasa 60 Watt Sebagai Pendeteksi Kecepatan Putaran. *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika*, 1(1), 1-1.
- Atmam, A., Zondra, E., & Zulfahri, Z. (2017). Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Motor Induksi Satu Fasa Dengan Menggunakan Inverter. *SainETIn (Jurnal Sains, Energi, Teknologi & Industri)*, 1(2), 1-8.
- Fajar, A., Harahap, P., Oktrialdi, B., & Amirrudin, A. (2025). Dampak Variasi Torsi Alternator terhadap Kinerja Inverter dan Kualitas Daya. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 8(2), 248-256.
- Fatwasauri, I., Fitriyanto, I., Maknunah, J., Pahlevi, R., & Fazri, D. M. (2025). Implementasi Sistem Aerator Menggunakan Kincir Berbasis Panel Surya Pada Empang Udang. *ADMA: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 5(2), 455-462.
- Retno, T., Erlina, Christine, W. (2018). Studi penyimpanan energi pada baterai plts. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 9(2), 120-125.
- King, B. F., Panjaitan, S. D., & Hartoyo, A. (2020). Sistem Kontrol Charging dan Discharging Serta Monitoring Kesehatan Baterai. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 8(1).
- Widjanarko, W., Nugroho, P. W., Dani, A., & Alia, N. (2019). Studi implementasi small plts off grid berbasis baterai lifepo4 pada rumah tinggal daya tenaga surya 200 w. *Jurnal Teknologi*, 13(2), 10-14.
- Arifin, B. K. (2025). Rancang Bangun Alat Kincir Air Tambak Udang Tenaga Hybrid Berbasis Mikro Kontroller. *E-link/Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, 20(1), 97-107.
- Hamida, H. N., & Munasir, M. (2023). A Review: Modifikasi Doping Lifepo4 Sebagai Katoda Baterai Li-Ion: Kata Kunci: LiFePO₄, Doping, Baterai Lithium Ion. *Inovasi Fisika Indonesia*, 12(2), 56-65.

- Rosikin, F., Rizka, H. Z., Rusdiansyah, M. A., Afrianto, D. R., Andriansyah, D., Al Fatah, I., & Muliawati, E. C. (2025). Literature Review dan Perbandingan Baterai Lithium-ion, Nikel-Kadmium, LiFePO₄, dan Perak Oksida di Indonesia. *Jurnal Tecnoscienza*, 9(2), 314-328.
- Musrady, M., Lewi, L., Nurul, A., & Agung, B. S. (2021, November). Hibrid PLTS Dan PLN Untuk Menggerakkan Motor BLDC Kincir Aerator. In *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2021* (Vol. 6, pp. 97-102). Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Mustaghfirin, M. A., Nugroho, P. N. A., Pambudi, D. S. A., & Novianarenti, E. (2022). Studi pendahuluan sistem akuakultur cerdas berbasis online monitoring terhadap unjuk kerja kincir aerasi. *Infotekmesin*, 13(2), 239-244.
- Rafsanjani, S. A. A. H. (2019). Rancang Bangun Simulasi Mini Astro Untuk Tambak Udang. *J. Univ. Islam Yogyakarta*.
- Syahid, M., Hayat, A., Kasim, L., & Amme, R. (2024). Implementasi Kincir Aerator Berbasis Tenaga Surya Pada Tambak Udang di Kabupaten Pangkep. *Bhakti Persada Jurnal Aplikasi IPTEKS*, 10(1), 1-6.
- . Saputra, F. T. N., & Prasetya, D. A. (2021). *Pengujian dan Analisa Kenaikan Torsi Dua Motor BLDC Tergandeng* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Leksono, J. W., Ramadani, R. A., & Fawaid, M. J. (2026). Analisis kinerja torsi motor dc terhadap beban. *Elconika: Jurnal Teknik Elektro*, 4(2), 42-57.
- Mufty, W. D., & Khoirunnisaa, A. Z. (2026). Metode Charging Constant Current Constant Voltage Baterai Li-Po. *Jurnal Surya Teknika*, 13(1), 196-203.
- Zidni, I. (2020). Analisis Efisiensi Pengisian Muatan Baterai Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄). *J. Univ. Islam Indonesia*.

LAMPIRAN

1. Dokumentasi pengambilan data SOC 25%



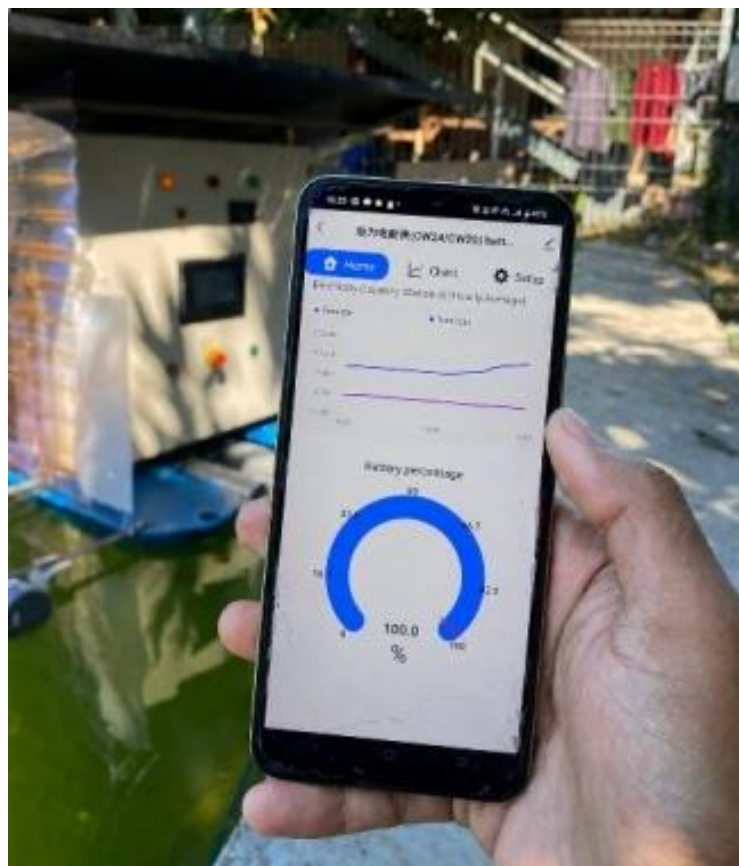
2. Dokumentasi pengambilan data SOC 50%



3. Dokumentasi pengambilan data SOC 75%



4. Dokumentasi pengambilan data SOC 100%



5. Dokumentasi Tabel Hasil Pengambilan Data dan Perhitungan

Tanggal pengujian. 29-6-2026

①

SOC 25%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	22,19	19,68	436,70		
10 menit	19,89	29,90	512,36		
15 menit	25,67	6,12	157,10		
20 menit	21,03	29,1	625,69		
25 menit	23,98	1,85	44,36		

SOC 50%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	23,02	17,89	410,6		
10 menit	26,91	3,52	94,72		
15 menit	18,43	21,97	409,3		
20 menit	24,89	0,86	21,41		
25 menit	22,01	25,69	369,4		

SOC 75%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	21,08	11,48	276,14		
10 menit	20,11	18,97	381,4		
15 menit	27,85	0,79	20,61		
20 menit	23,02	15,33	352,3		
25 menit	26,74	0,11	2,94		

SOC 100%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	24,94	0,63	15,71		
10 menit	21,52	12,84	276,3		
15 menit	28,93	0,02	0,58		
20 menit	22,46	9,85	221,2		
25 menit	25,87	0,01	0,26		

Tanggal pengujian.. 30-6-2026

2

SOC 25%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	22,19	19,68	436,69	103,57	38,08
10 menit	22,39	19,31	431,38		
15 menit	22,5	18,91	425,47		
20 menit	22,81	18,59	424,03		
25 menit	22,99	18,01	431,14		

SOC 50%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	23,02	17,81	410,67	103,57	29,15
10 menit	23,21	16,98	394,10		
15 menit	23,95	15,88	372,38		
20 menit	23,69	14,45	342,32		
25 menit	23,96	13,20	316,29		

SOC 75%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	29,08	11,48	276,40	103,57	2,40
10 menit	29,17	8,98	219,79		
15 menit	29,69	6,73	166,16		
20 menit	29,86	2,03	50,465		
25 menit	29,88	1,05	26,129		

SOC 100%

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kecepatan Putaran Nominal (RPM)	Torsi (Nm)
5 menit	24,94	0,63	15,712	103,57	0,29
10 menit	24,98	0,39	9,742		
15 menit	25,02	0,20	5,009		
20 menit	25,33	0,17	4,306		
25 menit	25,39	0,11	2,792		

6. Dokumentasi Persiapan Pengujian dan Pengujian



7. Detail Perhitungan Dan Pengolahan Data

1. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 25 % menit 5 pertama.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 22,19 \times 19,68 \\&= 436,69 \text{ Watt} \\&= 0,43669 \text{ kW}\end{aligned}$$

2. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 25 %. menit 5 kedua.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 22,34 \times 19,31 \\&= 431,38 \text{ Watt} \\&= 0,43138 \text{ kW}\end{aligned}$$

3. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 25% menit 5 ketiga.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 22,5 \times 18,91 \\&= 425,47 \text{ Watt} \\&= 0,42547 \text{ kW}\end{aligned}$$

4. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 25% menit 5 keempat.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 22,81 \times 18,59 \\&= 424,03 \text{ Watt} \\&= 0,42403 \text{ kW}\end{aligned}$$

5. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 25% menit 5 kelima.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 22,94 \times 18,01 \\&= 413,14 \text{ Watt} \\&= 0,41314 \text{ kW}\end{aligned}$$

6. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 50% menit

5 pertama.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 23,02 \times 17,84 \\&= 410,67 \text{ Watt} \\&= 0,41067 \text{ kW}\end{aligned}$$

7. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 50% menit 5 kedua.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 23,21 \times 16,98 \\&= 394,10 \text{ Watt} \\&= 0,39410 \text{ kW}\end{aligned}$$

8. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 50% menit 5 ketiga.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 23,45 \times 15,88 \\&= 372,38 \text{ Watt} \\&= 0,37238 \text{ kW}\end{aligned}$$

9. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 50% menit 5 keempat.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 23,69 \times 14,45 \\&= 342,32 \text{ Watt} \\&= 0,34232 \text{ kW}\end{aligned}$$

10. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 50% menit 5 kelima.

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\&= 23,96 \times 13,30 \\&= 316,27 \text{ Watt} \\&= 0,31627 \text{ kW}\end{aligned}$$

11. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 75% menit 5 pertama.

$$P = V \times I$$

$$\begin{aligned}
 &= 24,08 \times 11,48 \\
 &= 276,40 \text{ Watt} \\
 &= 0,27640 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

12. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 75% menit 5 kedua.

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 24,47 \times 8,98 \\
 &= 219,74 \text{ Watt} \\
 &= 0,21974 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

13. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 75% menit 5 ketiga.

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 24,69 \times 6,73 \\
 &= 166,16 \text{ Watt} \\
 &= 0,16616 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

14. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 75% menit 5 keempat.

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 24,86 \times 2,03 \\
 &= 50,465 \text{ Watt} \\
 &= 0,050465 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

15. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 75% menit 5 kelima.

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 24,88 \times 1,05 \\
 &= 26,124 \text{ Watt} \\
 &= 0,026124 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

16. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 100% menit 5 pertama.

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 24,94 \times 0,63
 \end{aligned}$$

$$= 15,712 \text{ Watt}$$

$$= 0,015712 \text{ kW}$$

17. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 100% menit 5 kedua.

$$P = V \times I$$

$$= 24,98 \times 0,39$$

$$= 9,742 \text{ Watt}$$

$$= 0,009742 \text{ kW}$$

18. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 100% menit 5 ketiga.

$$P = V \times I$$

$$= 25,02 \times 0,20$$

$$= 5,004 \text{ Watt}$$

$$= 0,005004 \text{ kW}$$

19. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 100% menit 5 keempat.

$$P = V \times I$$

$$= 25,33 \times 0,17$$

$$= 4,306 \text{ Watt}$$

$$= 0,004306 \text{ kW}$$

20. Perhitungan daya pada variasi *battery charging* 100% menit 5 keempat.

$$P = V \times I$$

$$= 25,39 \times 0,11$$

$$= 2,792 \text{ Watt}$$

$$= 0,002792 \text{ kW}$$

$$n = 2\pi \times \text{RPM} / 60$$

maka:

$$\omega_{\text{motor}} = \text{RPM}_{\text{motor}} \times \frac{2\pi}{60}$$

$$\omega_{\text{motor}} = 1450 \times \frac{2 \times 3,14}{60}$$

$$\omega_{\text{motor}} = 151,84 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{\text{kincir}} = \omega_{\text{motor}} / \text{Rasio Gearbox}$$

$$\omega_{\text{kincir}} = 151,84 / 14 = 10,85 \text{ rad/s}$$

$$\text{RPM kincir} = \omega_{\text{kincir}} \times \frac{30}{\pi}$$

$$\text{RPM kincir} = 10,85 \times \frac{30}{3,14}$$

$$\text{RPM kincir} = 103,57 \text{ RPM}$$

$$\text{Hitung Torsi } (\tau) : 9,55 \times \frac{P}{n}$$

1. Perhitungan besar torsi motor terhadap daya pada variasi *battery charging* 25%.

$$\begin{aligned} (\tau) &= 9,55 \times \frac{413,14}{103,57} \\ &= 9,55 \times 3,988 \\ &= 38,08 \text{ N.m} \end{aligned}$$

2. Perhitungan besar torsi motor terhadap daya pada variasi *battery charging* 50%.

$$\begin{aligned} (\tau) &= 9,55 \times \frac{316,27}{103,57} \\ &= 9,55 \times 3,053 \\ &= 29,15 \text{ N.m} \end{aligned}$$

3. Perhitungan besar torsi motor terhadap daya pada variasi *battery charging* 75%.

$$\begin{aligned} (\tau) &= 9,55 \times \frac{26,124}{103,57} \\ &= 9,55 \times 0,252 \\ &= 2,40 \text{ N.m} \end{aligned}$$

4. Perhitungan besar torsi motor terhadap daya pada variasi *battery charging* 100%.

$$\begin{aligned}(\tau) &= 9,55 \times \frac{2,792}{103,57} \\&= 9,55 \times 0,026 \\&= 0,24 \text{ N.m}\end{aligned}$$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIOGRAFI PENULIS



Nama lengkap penulis Restu Aji Saputra, yang kerap dipanggil Restu. Lahir di Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur, pada tanggal 16 Oktober 2004. Penulis merupakan anak pertama sekaligus anak tunggal dalam keluarga. Riwayat pendidikan penulis dimulai di SDN 3 Sukorame pada tahun 2011–2017, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Al-Ikhsan Pogalan pada tahun 2017–2020, dan SMK Negeri 1 Trenggalek pada tahun 2020–2023. Setelah menyelesaikan pendidikan menengah, penulis melanjutkan studi di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS), Program Studi D3 Teknik Permesinan Kapal, pada tahun 2023–2026.

Selama menempuh pendidikan di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, penulis melaksanakan kegiatan *On The Job Training* (OJT) di PT Dok Pantai Lamongan selama kurang lebih 5 bulan. Kegiatan tersebut memberikan pengalaman serta wawasan mengenai dunia industri perkapalan, khususnya dalam bidang pembangunan, perawatan, dan perbaikan kapal.

Dengan semangat belajar, kerja keras, serta dukungan dari berbagai pihak, penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul:

"ANALISIS PENGARUH VARIASI *BATTERY CHARGING* TERHADAP KINERJA KINCIR AERASI" Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi bagi pengembangan pemanfaatan energi terbarukan, khususnya pada sistem kelistrikan untuk kincir aerasi.

Penulis mengucapkan puji syukur dan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dengan tepat waktu. Sehingga penulis ini dapat memberikan dampak positif bagi pembaca. Penulis juga menyertakan kontak HP dan email yang dapat dihubungi.

No. HP : 0877-5321-7164

Email : saputrarestuaji552@gamil.com