



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS DAYA KAPAL PEMBERSIH SAMPAH
PERMUKAAN AIR BERBASIS PANEL SURYA OFF-GRID
DENGAN KONTROL JARAK JAUH**

TUGAS AKHIR

Muhammad Ibnu Rafi

2303311043

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS DAYA KAPAL PEMBERSIH SAMPAH
PERMUKAAN AIR BERBASIS PANEL SURYA OFF-GRID
DENGAN KONTROL JARAK JAUH**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

**POLITEKNIK
NEGERI
Muhammad Ibnu Rafi
JAKARTA
2303311043**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Muhammad Ibnu Rafi

NIM : 2303311043

Tanda Tangan : 

Tanggal : 18 Juni 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh

Nama : Muhammad Ibnu Rafi

NIM : 2303311043

Program Studi : Teknik Listrik

Judul Tugas Akhir : Analisis Daya Kapal Pembersih Sampah Permukaan Air Berbasis Panel Surya *Off-Grid* dengan Kontrol Jarak Jauh

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang Tugas Akhir pada 24 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing I: Dezetty Monika, S.T., M.T.
NIP.199112082018032002

Pembimbing I: Imam Halimi, S.T., M.Si
NIP.197203312006041001

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Depok, 24 Juni 2026

Disahkan oleh
ketua jurusan teknik elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.,

NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “Analisis Daya Kapal Pembersih Sampah Permukaan Air Berbasis Panel Surya *Off-Grid* dengan Kontrol Jarak Jauh” sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dezetty Monika, S.T., M.T. selaku Pembimbing I dan Bapak Imam Halimi, S.T., M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penyusunan Tugas Akhir.
2. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa perkuliahan.
3. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi.
4. Teman-teman Program Studi Teknik Listrik yang telah memberikan semangat dan bantuan selama pengerjaan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca dan pengembangan teknologi energi terbarukan.

Depok, 18 Juni 2026

Penulis

Muhammad Ibnu Rafi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis Daya Kapal Pembersih Sampah Permukaan Air Berbasis Panel Surya Off-Grid dengan Kontrol Jarak Jauh

Abstrak

Permasalahan sampah yang mengapung di sungai, danau, waduk, dan saluran air dapat menurunkan kualitas lingkungan, menghambat aliran, serta mengganggu ekosistem perairan. Tugas Akhir ini bertujuan menganalisis kebutuhan daya listrik, karakteristik keluaran panel surya, kemampuan pengisian baterai, dan lama operasi prototipe kapal pembersih sampah permukaan air berbasis panel surya off-grid dengan kontrol jarak jauh. Metode penelitian meliputi perancangan dan realisasi sistem kelistrikan, pengukuran iradiasi matahari, tegangan, arus, dan daya panel surya, pengujian konsumsi daya pada beberapa kondisi operasi, pengujian pengisian baterai, serta pengujian lama operasi baterai. Hasil pengujian panel surya 100 Wp selama tiga hari menunjukkan daya keluaran rata-rata 38,87 W dan daya maksimum 53,56 W. Kebutuhan daya maksimum sistem mencapai 215,69 W pada tegangan 12,05 V dan arus 17,90 A. Motor penggerak menjadi beban dominan dengan konsumsi daya sekitar 197 W atau 91,33% dari total daya sistem. Pengujian pengisian menghasilkan daya rata-rata 43,11 W, dengan kenaikan tegangan baterai dari 11,95 V menjadi 13,82 V selama delapan jam. Baterai 12 V 35 Ah memiliki energi nominal 420 Wh. Lama operasi ideal berdasarkan seluruh kapasitas nominal adalah 117 menit, sedangkan berdasarkan batas DoD 50% adalah sekitar 58,4 menit. Hasil pengujian menunjukkan estimasi DoD sebesar 40% pada menit ke-60 dan 60% pada menit ke-75, sehingga waktu operasi yang disarankan secara konservatif adalah maksimal 60 menit. Panel surya mampu mendukung pengisian baterai, tetapi belum mampu menyuplai kebutuhan daya kapal secara langsung pada operasi penuh.

Kata kunci: baterai, kapal pembersih sampah, kendali jarak jauh, panel surya, sistem *off-grid*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Power Analysis of an Off-Grid Solar-Powered Surface Water Waste-Cleaning Boat with a Remote-Control System

Abstract

Floating waste in rivers, lakes, reservoirs, and waterways can reduce environmental quality, obstruct water flow, and disrupt aquatic ecosystems. This Final Project aims to analyze the electrical power demand, solar-panel output, battery-charging capability, and operating duration of a remotely controlled surface-water waste-cleaning boat powered by an off-grid solar system. The methods included electrical system design and implementation, measurements of solar irradiance, voltage, current, and panel power, power-consumption tests under several operating conditions, battery-charging tests, and battery operating-duration tests. Three days of testing on a 100 Wp solar panel produced an average output power of 38.87 W and a maximum of 53.56 W. The maximum system power demand reached 215.69 W at 12.05 V and 17.90 A. The propulsion motor was the dominant load, consuming approximately 197 W or 91.33% of total system power. The charging test produced an average power of 43.11 W, while battery voltage increased from 11.95 V to 13.82 V during eight hours of testing. The 12 V 35 Ah battery had a nominal energy capacity of 420 Wh. The ideal operating duration based on the full nominal capacity was 117 minutes, whereas the duration based on a 50% DoD limit was approximately 58.4 minutes. Testing indicated an estimated DoD of 40% at 60 minutes and 60% at 75 minutes; therefore, the recommended conservative operating duration is a maximum of 60 minutes. The solar panel can support battery charging but cannot directly supply the boat's full power demand during full-load operation.

Keywords: battery, off-grid system, remote control, solar panel, waste-cleaning boat.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sampah di Perairan.....	4
2.2 Kapal Pembersih Sampah Permukaan Air.....	5
2.3 Sistem Energi Off-Grid	5
2.4 Panel Surya.....	7
2.5 Baterai	9
2.6 Solar Charge Controller.....	13
2.7 Motor DC	14
2.8 Motor DC Gearbox.....	16
2.9 Motor Servo.....	17
2.10 ESP32	17
2.11 LoRa	18
2.12 INA219	19
2.13 ACS712	21
2.14 Analisis Daya	22
2.15 Penelitian Terdahulu	22
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	26
3.1 Rancangan Alat.....	26
3.1.1 Deskripsi Alat.....	29



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.2	Cara Kerja Alat.....	33
3.1.3	Spesifikasi Alat	35
3.1.4	Diagram Blok	36
3.1.5	Flowchart	38
3.2	Realisasi Alat	39
3.2.1	Realisasi Sumber Energi Panel Surya	40
3.2.2	Realisasi Solar Charge Controller	41
3.2.3	Realisasi Baterai	42
3.2.4	Realisasi Pengisian Eksternal	42
BAB IV PEMBAHASAN.....		44
4.1	Pengujian Panel Surya	44
4.1.1	Deskripsi pengujian	44
4.1.2	Prosedur Pengujian	44
4.1.3	Data Hasil Pengujian	45
4.1.4	Analisis Data	54
4.2	Pengujian Konsumsi Daya Sistem	56
4.2.1	Deskripsi pengujian	56
4.2.2	Prosedur Pengujian	56
4.2.3	Data Hasil Pengujian	56
4.2.4	Analisis Data/Evaluasi	57
4.3	Pengujian Lama Pengisian Baterai	60
4.3.1	Deskripsi Pengujian	60
4.3.2	Prosedur Pengujian	60
4.3.3	Data Hasil Pengujian	61
4.3.4	Analisis Data	61
4.4	Pengujian Lama Operasi Baterai	62
4.4.1	Deskripsi Pengujian	62
4.4.2	Prosedur Pengujian	63
4.4.3	Data Hasil Pengujian	63
4.4.4	Analisis Data	65
BAB V PENUTUP		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA.....		71
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		73
LAMPIRAN.....		74



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat.....	35
Tabel 4.1 Data Pengujian Daya Input Panel Surya Hari Ke-1	45
Tabel 4.2 Data Pengujian Daya Input Panel Surya Hari Ke-2	45
Tabel 4.3 Data Pengujian Daya Input Panel Surya Hari Ke-3	46
Tabel 4.4 Data Pengujian Daya Output Panel Surya Hari Ke-1	49
Tabel 4.5 Data Pengujian Daya Output Panel Surya Hari Ke-2	50
Tabel 4.6 Data Pengujian Daya Output Panel Surya Hari Ke-3	50
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Konsumsi Daya Sistem	57
Tabel 4.8 Persentase Kebutuhan daya masing-masing komponen.....	57
Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Lama Pengisian Baterai.....	61
Tabel 4.10 Perbandingan Pemakaian Daya Sistem dan Daya Pengisian Baterai..	62
Tabel 4.11 Pengujian Lama Operasi Baterai	63



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Charger Baterai Eksternal	7
Gambar 2.2 Panel surya polycrystalline 100 Wp	8
Gambar 2.3 Aki 12V 35Ah	10
Gambar 2.4 Acuan Hubungan Tegangan dan State of Charge Baterai Otomotif Lead-Acid 12 V	13
Gambar 2.5 Solar Charge Controller	14
Gambar 2.6 Motor DC Penggerak 12 V 200 W	15
Gambar 2.7 Motor DC Gearbox JGY370 12 V	16
Gambar 2.8 Motor Servo 30 KG	17
Gambar 2.9 ESP-32	18
Gambar 2.10 Modul LoRa-02	19
Gambar 2.11 INA219	20
Gambar 2.12 ACS712	21
Gambar 3.1 Lokasi Pembuatan Alat	27
Gambar 3.2 Lokasi Pengujian Alat	28
Gambar 3.3 Lokasi Peletakan Alat	29
Gambar 3.4 Konstruksi Tampak Isometrik	30
Gambar 3.5 Konstruksi Tampak Samping	30
Gambar 3.6 Sistem Daya Kapal Pembersih Sampah	31
Gambar 3.7 Layout Tampak Luar	32
Gambar 3.8 Layout Tampak Dalam	33
Gambar 3.9 Topologi Sistem Daya	33
Gambar 3.10 Diagram Blok	37
Gambar 3.11 Flowchart Alur Daya Sistem pada Kapal Pembersih Sampah	39
Gambar 3.12 Realisasi Pemasangan Panel	40
Gambar 3.13 Realisasi Pemasangan Solar Charge Controller	41
Gambar 3.14 Realisasi Pemasangan Baterai	42
Gambar 4.1 Grafik Iradiasi Matahari terhadap Waktu	47
Gambar 4.2 Grafik Daya Input Panel Surya terhadap Waktu	48
Gambar 4.3 Grafik Tegangan Panel Surya terhadap Waktu	51
Gambar 4.4 Grafik Arus Panel Surya terhadap Waktu	52
Gambar 4.5 Grafik Daya Output Panel Surya terhadap Waktu	53
Gambar 4.6 Persentase Konsumsi Daya Sistem	58

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan sampah pada badan air seperti sungai, danau, waduk, dan saluran drainase menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang masih banyak ditemukan di berbagai wilayah. Sampah yang mengapung di permukaan air dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan, mengganggu keseimbangan ekosistem perairan, menghambat aliran air, serta meningkatkan risiko terjadinya banjir apabila terjadi penumpukan pada area tertentu. Sebagian besar sampah yang ditemukan pada permukaan air berasal dari aktivitas manusia, seperti limbah rumah tangga, kegiatan industri, perdagangan, dan aktivitas masyarakat di sekitar wilayah perairan.

Proses pembersihan sampah pada permukaan air masih banyak dilakukan secara manual menggunakan tenaga manusia dengan bantuan peralatan sederhana seperti jaring atau perahu pengangkut. Metode tersebut memiliki beberapa keterbatasan, antara lain jangkauan area yang terbatas, membutuhkan waktu yang relatif lama, serta memiliki risiko keselamatan bagi operator terutama ketika dilakukan pada area perairan yang sulit dijangkau. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan teknologi yang dapat membantu proses pengumpulan sampah secara lebih efektif, efisien, dan aman.

Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah kapal pembersih sampah permukaan air berbasis sistem kontrol jarak jauh. Kapal jenis ini memungkinkan operator mengendalikan pergerakan kapal tanpa harus berada langsung di lokasi pengoperasian. Sistem kendali jarak jauh dapat meningkatkan fleksibilitas penggunaan kapal serta mengurangi risiko yang dapat dialami oleh operator ketika melakukan proses pembersihan sampah pada area perairan.

Dalam pengoperasiannya, kapal pembersih sampah membutuhkan sistem tenaga listrik yang mampu menyuplai berbagai komponen, seperti motor penggerak, motor konveyor, sistem kendali, modul komunikasi, dan sensor



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

monitoring. Kebutuhan daya yang cukup besar, terutama pada motor penggerak, menyebabkan diperlukan perencanaan sistem energi yang sesuai agar kapal dapat beroperasi dengan baik. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah penerapan sistem tenaga surya berbasis konfigurasi *off-grid*.

Sistem tenaga surya *off-grid* merupakan sistem pembangkit listrik mandiri yang tidak terhubung dengan jaringan listrik utama. Pada sistem ini, panel surya berfungsi mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang kemudian disimpan pada baterai melalui *Solar Charge Controller* (SCC). Energi yang tersimpan pada baterai selanjutnya digunakan sebagai sumber utama untuk menyuplai kebutuhan daya kapal ketika beroperasi. Penerapan sistem *off-grid* pada kapal pembersih sampah memiliki keunggulan berupa kemandirian energi, ramah lingkungan, serta sesuai untuk aplikasi sistem bergerak pada area perairan.

Namun, penggunaan panel surya pada kapal memiliki tantangan karena daya keluaran panel sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti intensitas radiasi matahari, temperatur, sudut pemasangan, serta kondisi cuaca. Selain itu, kebutuhan daya kapal dapat berubah berdasarkan kondisi operasi, terutama akibat penggunaan motor penggerak yang menjadi beban terbesar pada sistem. Oleh karena itu, diperlukan analisis daya untuk mengetahui kesesuaian antara kemampuan pembangkitan energi dari panel surya, kapasitas penyimpanan baterai, dan kebutuhan daya seluruh beban kapal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis daya pada kapal pembersih sampah permukaan air berbasis panel surya *off-grid* dengan kontrol jarak jauh. Analisis dilakukan melalui pengujian karakteristik keluaran panel surya, konsumsi daya sistem pada beberapa kondisi operasi, kemampuan pengisian baterai, serta lama operasi baterai. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kinerja sistem tenaga yang digunakan dan menjadi dasar pengembangan kapal pembersih sampah berbasis energi terbarukan yang lebih optimal.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa kebutuhan daya listrik yang diperlukan untuk mengoperasikan kapal pembersih sampah permukaan air berbasis panel surya *off-grid*?
2. Bagaimana kemampuan sistem panel surya dan baterai dalam menyuplai kebutuhan daya pada kapal pembersih sampah permukaan air?
3. Berapa lama kemampuan operasi kapal berdasarkan kapasitas baterai yang digunakan?

1.3 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Menganalisis kebutuhan daya listrik yang diperlukan untuk mengoperasikan kapal pembersih sampah permukaan air berbasis sistem panel surya *off-grid*.
2. Mengetahui dan mengevaluasi kemampuan sistem panel surya dan baterai dalam menyuplai kebutuhan daya listrik selama pengoperasian kapal pembersih sampah permukaan air.
3. Menganalisis karakteristik tegangan, arus, daya, serta konsumsi energi sistem selama kapal beroperasi.

1.4 Luaran

Luaran yang dihasilkan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Prototipe kapal pembersih sampah permukaan air berbasis panel surya *off-grid* dengan kontrol jarak jauh.
2. Laporan Tugas Akhir.
3. Data hasil pengujian dan analisis sistem tenaga kapal.
4. Artikel ilmiah atau jurnal Tugas Akhir.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

1.5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, pengujian, dan analisis sistem daya kapal pembersih sampah permukaan air berbasis panel surya *off-grid* dengan kontrol jarak jauh, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Panel surya *polycrystalline* 100 Wp menghasilkan daya keluaran rata-rata sebesar 38,87 W dan daya maksimum sebesar 53,56 W selama tiga hari pengujian. Nilai tersebut masih berada di bawah kapasitas nominal panel karena pengujian dilakukan pada kondisi lapangan yang dipengaruhi oleh iradiasi matahari, temperatur panel, sudut pemasangan, cuaca, titik kerja SCC, dan rugi-rugi sistem. Panel surya mampu mendukung proses pengisian baterai, tetapi belum mampu menyuplai seluruh kebutuhan daya kapal secara langsung pada kondisi operasi penuh.
2. Kebutuhan daya maksimum sistem ketika seluruh komponen bekerja secara bersamaan adalah sebesar 215,69 W pada tegangan 12,05 V dan arus 17,90 A. Motor penggerak merupakan beban yang paling dominan dengan konsumsi daya sekitar 197 W atau 91,33% dari total daya sistem. Oleh karena itu, lama operasi kapal terutama dipengaruhi oleh durasi pengoperasian motor penggerak, hambatan air, beban kapal, dan kondisi mekanis sistem propulsi.
3. Pengujian pengisian baterai menghasilkan daya pengisian rata-rata sebesar 37,33 W. Tegangan baterai meningkat dari 11,95 V menjadi 13,82 V selama delapan jam pengujian. Berdasarkan kapasitas energi nominal baterai sebesar 420 Wh, waktu pengisian ideal dari kondisi kosong diperkirakan sekitar 11,25 jam. Nilai tersebut belum mempertimbangkan rugi-rugi sistem dan efisiensi pengisian sehingga waktu pengisian aktual dapat lebih lama.
4. Baterai *lead-acid* 12 V 35 Ah memiliki kapasitas energi nominal sebesar 420 Wh. Apabila seluruh kapasitas nominal dianggap dapat digunakan, lama operasi ideal pada daya maksimum 215,69 W adalah sekitar 117 menit. Dengan batas operasional DoD 50%, energi yang direncanakan dapat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

digunakan adalah sebesar 210 Wh, sehingga lama operasi ideal pada daya maksimum diperkirakan sekitar 58,4 menit. Hasil pengujian menunjukkan estimasi DoD sebesar 40% pada menit ke-60 dan 60% pada menit ke-75. Dengan demikian, batas DoD 50% berada di antara kedua waktu tersebut dan waktu operasi yang disarankan secara konservatif adalah maksimal 60 menit. Pengujian yang dilanjutkan hingga 90 menit menghasilkan tegangan akhir 11,65 V dengan estimasi DoD 80%, sehingga durasi tersebut tidak direkomendasikan untuk pengoperasian berulang.

5. Perbandingan antara daya pengisian rata-rata sebesar 43,11 W dan kebutuhan daya maksimum sebesar 215,69 W menunjukkan bahwa panel surya hanya mampu menyediakan sekitar 19,99% dari kebutuhan daya maksimum sistem. Selisih daya sekitar 172,58 W harus tetap disuplai oleh baterai apabila pengisian dan pengoperasian berlangsung secara bersamaan. Dengan demikian, baterai berfungsi sebagai sumber energi utama, sedangkan panel surya berfungsi sebagai sumber pengisian dan pendukung energi pada sistem *off-grid*.

1.6 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan selama pengujian, saran untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas panel surya perlu ditingkatkan dan ditentukan melalui perhitungan kebutuhan energi harian, durasi pengisian yang diinginkan, luas pemasangan yang tersedia, serta kemampuan SCC. Penggunaan SCC tipe MPPT juga dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan pemanfaatan daya panel, terutama ketika tegangan panel berbeda cukup besar dari tegangan baterai.
2. Pengembangan selanjutnya disarankan menggunakan baterai jenis *deep-cycle* yang dirancang untuk proses pengisian dan pengosongan berulang. Kapasitas baterai juga perlu disesuaikan dengan kebutuhan lama operasi kapal, dengan tetap mempertimbangkan massa baterai, keseimbangan kapal, batas DoD, dan kemampuan sistem pengisian.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Sistem monitoring baterai perlu dilengkapi dengan pengukuran arus dan energi masuk-keluar menggunakan metode *coulomb counting*. Pengukuran tersebut sebaiknya disertai dengan pencatatan temperatur serta pengukuran tegangan tanpa beban setelah baterai didiamkan hingga stabil agar estimasi SOC dan DoD lebih akurat.
4. Sensor INA219, ACS712, sensor tegangan, serta alat ukur iradiasi perlu dikalibrasi atau dibandingkan dengan alat ukur referensi sebelum pengujian. Proses kalibrasi diperlukan untuk mengetahui nilai galat dan memastikan bahwa data tegangan, arus, daya, serta iradiasi yang digunakan dalam analisis berada dalam rentang ketelitian yang dapat diterima.
5. Konsumsi energi motor penggerak dapat dikurangi melalui pengaturan kecepatan menggunakan PWM, pemilihan baling-baling yang sesuai, pengurangan hambatan mekanis dan hidrodinamis, serta pengoperasian konveyor hanya ketika diperlukan. Pengujian lanjutan perlu dilakukan dengan variasi kecepatan, beban sampah, kondisi perairan, dan durasi operasi untuk memperoleh pola konsumsi energi yang lebih representatif.
6. Pengujian lama operasi berikutnya sebaiknya menggunakan interval pencatatan yang lebih pendek di sekitar batas DoD 50%, misalnya setiap lima menit. Hal tersebut diperlukan agar waktu ketika baterai mendekati batas operasional dapat diketahui dengan lebih rinci tanpa harus menggunakan asumsi interpolasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Azuatalam, D., Paridari, K., Ma, Y., Förstl, M., Chapman, A. C., & Verbič, G. (2019). Energy management of small-scale PV-battery systems: A systematic review considering practical implementation, computational requirements, quality of input data and battery degradation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 112, 555–570.
- Dada, M., & Popoola, P. (2023). Recent advances in solar photovoltaic materials and systems for energy storage applications: a review. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 12(1), 1–15.
- Dandy, M., Muchtar, M., & Muchtar, T. (2022). Rancang bangun sistem kendali pompa otomatis kapal nelayan menggunakan panel surya berbasis Arduino. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI)*, 9(1), 54–59.
- Dorel, S., Gmal Osman, M., Strejoiu, C.-V., & Lazaroiu, G. (2023). Exploring optimal charging strategies for off-grid solar photovoltaic systems: a comparative study on battery storage techniques. *Batteries*, 9(9), 470.
- Hasan, M., & Serra Altinoluk, H. (2023). Current and future prospective for battery controllers of solar PV integrated battery energy storage systems. *Frontiers in Energy Research*, 11, 1139255.
- Meijer, L. J. J., Van Emmerik, T., Van Der Ent, R., Schmidt, C., & Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), eaaz5803.
- Mutiah, F., & Sudiarto, B. (2023). Design analysis configuration and capacity of off-grid with implementation of photovoltaic (PV) and battery energy storage system (BESS) as power supply for shipping activities at ports. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 6(1), 48–55.
- Nainggolan, B., Inaswara, F., Pratiwi, G., & Ramadhan, H. (2016). Rancang bangun sepeda listrik Menggunakan panel surya sebagai pengisi baterai. *Jurnal Poli-Teknologi*, 15(3).
- Nawawi, A., Ardani, A. A., Setia, S. P., & Rahmadian, R. (2024). Off-grid solar system monitoring based on ESP-32 and INA219 in Pesanggrahan Gordomulyo. *Vokasi Unesa Bulletin of Engineering, Technology and Applied Science*, 26–37.
- Nugraha, A. (2024). *Rancang Bangun Kendali Kapal Jarak Jauh Berbasis LoRa*. Politeknik Pelayaran Surabaya.
- Prado, F. A. F., Campos, W. C. P., Tacuri, S. A. C., Alva, F. D. C., & Lizarbe, H. J. C. (2025). Design Of A Communication System To Send Text Using Lora At 400 MHz. *ArXiv Preprint ArXiv:2511.21434*.
- Rachmanita, R. E., Aditya, M. R. K. N., Hasbiyati, H., Karimah, C. N., Anwar, S., & Rudiyanto, B. (n.d.). Implementation of Remote Steering System on RC Boat Trash Collector Based on Solar Energy. *SITEKIN: Jurnal Sains*,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Teknologi Dan Industri, 23(1), 97–105.

- Renaldi, A., Nurhaedah, S., Anshar, M., & Suryanto, S. (2024). Kontrol Otomatis Pembersih Panel Surya Berbasis IoT Dengan Menggunakan Platform Thingspeak. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 22(1), 172–181.
- Yulianti, T., Samsugi, S., Nugroho, P. A., & Anggono, H. (2021). Rancang Bangun Pengusir Hama Babi Menggunakan Arduino dengan Sensor Gerak. *Jtst*, 2(1), 21–27.
- Yusrizal, M. L., Djaohar, M., & Sunawar, A. (2025). Sistem Pembersih Panel Surya Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP32. *Journal of Electrical Vocational Education and Technology*, 8(2), 53–62.
- Al Hadi, A. M. R., Ekaputri, C., & Reza, M. (2019). Estimating the state of charge on lead acid battery using the open circuit voltage method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1367, 012077. doi:10.1088/1742-6596/1367/1/012077.
- Dufo-López, R., Lujano-Rojas, J. M., & Bernal-Agustín, J. L. (2014). Comparison of different lead–acid battery lifetime prediction models for use in simulation of stand-alone photovoltaic systems. *Applied Energy*, 115, 242–253. doi:10.1016/j.apenergy.2013.11.021.
- Hlal, M. I., Ramachandaramurthy, V. K., Sarhan, A., Pouryekta, A., & Subramaniam, U. (2019). Optimum battery depth of discharge for off-grid solar PV/battery system. *Journal of Energy Storage*, 26, 100999. doi:10.1016/j.est.2019.100999.
- Lameirinhas, R. A. M., Torres, J. P. N., & de Melo Cunha, J. P. (2022). A photovoltaic technology review: History, fundamentals and applications. *Energies*, 15(5), 1823. doi:10.3390/en15051823.
- Qurthobi, A., Pambudi, A. B. K., Darmawan, D., & Iskandar, R. F. (2018). Correlation between battery voltage under loaded condition and estimated state of charge at valve-regulated lead acid battery on discharge condition using open circuit voltage method. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 9(1), 357–364. doi:10.11591/ijpeds.v9.i1.pp357-364.
- Stevens, J. W., & Corey, G. P. (1996). A study of lead-acid battery efficiency near top-of-charge and the impact on PV system design. *Proceedings of the 25th IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, 1485–1488. doi:10.1109/PVSC.1996.564417.
- Yazvinskaya, N. N., Galushkin, N. E., Ruslyakov, D. V., & Galushkin, D. N. (2021). Analysis of Peukert and Liebenow equations use for evaluation of capacity released by lithium-ion batteries. *Processes*, 9(10), 1753. doi:10.3390/pr9101753.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Lulus dari MI Darul Qur'an tahun 2017, MTS Al-Amanah tahun 2020, dan SMKN 2 Depok pada tahun 2023. Pada saat ini penulis menjalani kuliah di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

