

**TESIS**

**IMPLEMENTASI *FLOATING* PLTS MINI PADA KAPAL PANDU  
SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF TERBARUKAN**



**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan pada  
Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**OLEH :**

**AFIZ ZULLAH  
062150443026**

**PROGRAM MAGISTER TERAPAN  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2023**

# HALAMAN PENGESAHAN

## TESIS

### IMPLEMENTASI *FLOATING* PLTS MINI PADA KAPAL PANDU SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF TERBARUKAN

OLEH :  
AFIZ ZULLAH  
062150443026

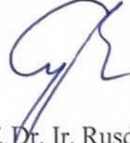
Pembimbing I,



Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M. Eng  
NIP. 197711252000032001

Palembang, 22 Juli 2023

Menyetujui,  
Pembimbing II,



Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.  
NIP. 196711191993032003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan  
Program Magister Terapan



Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.  
NIP. 196711191993032003

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul “Implementasi *Floating* PLTS Mini Pada Kapal Pandu Sebagai Energi Alternatif Terbarukan” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya pada tanggal 22 Juli 2023.

Palembang, 22 Juli 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Tesis

Ketua:

Carlos, RS, S.T., M.T.  
NIP 196403011989031003

(  )

Anggota:

1. Dr. Yohandri Bow, ST., MS.  
NIP 197110231994031002

(  )

2. Dr. Phil. Fatahul Arifin, ST., Dipl., Eng., EPD., MEngSc.  
NIP 197201011998021004

(  )

3. Dr. Indrayani, S.T., M.T.  
NIP 197402101997022001

(  )

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan  
Program Magister Terapan



Prof. Dr. Rusdianasari, M.Si.  
NIP 196711191993032003

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Afiz Zullah  
NPM : 062050443026  
Judul Tesis : Implementasi Floating PLTS Mini Pada Kapal Pandu Sebagai Energi Alternatif Terbarukan

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi Pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 22 Juli 2023



Afiz Zullah

NIM. 062050443026

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

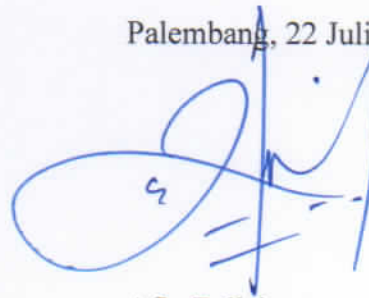
Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Afiz Zullah  
NPM : 062050443026  
Judul Tesis : Implementasi Floating PLTS Mini Pada Kapal Pandu Sebagai Energi Alternatif Terbarukan

Memberikan izin kepada pembimbing dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun

Palembang, 22 Juli 2023



Afiz Zullah

NIM. 062050443026

## SUMMARY

### Implementation of Floating PV System on Pilot Ships as a Renewable Alternative Energy

Scientific Paper in the form of thesis, 22 July 2023

Afiz Zullah; Supervised by Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M. Eng dan Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM.

### Implementasi Floating PLTS Mini pada Kapal Pandu sebagai Energi Alternatif Terbarukan

xx + 70 page, 6 table, 47 picture, 11 attachments

The sun is a source of energy that is large and continuous. Solar energy is a renewable energy source as an alternative to fossils. The use of solar cells is a form of energy conversion application. Energy conversion is a process of change in which one form of energy becomes another form of energy that is needed. With an abundance of solar energy sources in Indonesia, the potential for the development of solar panels in Indonesia is enormous, moreover for areas that are far from urban areas or where there is no PLN network, they can utilize energy from the sun by using Solar Power Plants (PLTS) as one of the alternative power plant. Compared to other renewable energies, solar panels are the easiest renewable energy to apply, because solar panels are modular and easy to move and solar panels do not require a large area for installation because they adjust to the power to be installed. The consumption of fuel oil in the shipping sector is quite large, especially as a source of electricity and fuel to propel ships. The pilot ship has 2 generator sets that produce electricity for the needs of the electrical equipment on board. This generator set requires industrial diesel fuel of around 4 liters/hour/unit or around 2000 liters per month, while the need for fuel oil for the main engine is around 5000 liters per month. The high price of fuel oil does not benefit the shipping industry and fishermen as users of motorized vessels, so that solar energy can be used as an alternative energy substitute for fuel oil which needs to be developed in Indonesia. This research aims to design a floating solar panel system on pilot boats and apply IoT (Internet of Things) as remote monitoring of marine floating solar panel systems. This research was conducted on one of the scout ships named Kuda Laut 01, where this scout ship carried out activities from the Sungsang River, Banyuasin Regency towards Tanjung Kalian Muntok Barat through the Bangka Strait with a distance of approximately  $\pm 44.16$  miles and carried out activities in the opposite direction from Muntok. West to Breech. At the stage where the design of a mini Solar Power Plant (PLTS) will be carried out on the pilot ship, what is needed is the consumption of electrical energy consumption on the pilot ship. After knowing the amount of consumption of electrical energy on pilot boats, it can then be determined the number and capacity of solar panels to be installed in this study, the solar panels installed are 500 wp as many as 4 panels. At the stage of calculating the number of batteries to be used, the calculation will use batteries with specifications of 48 V 100 Ah as many as 6 units, then calculate the use of the inverter to be used, in this study using

a 2000 Watt inverter. After calculating the required components, the initial investment cost for planning the construction of a mini PLTS on the 2000 wp Pandu Ship can be calculated with an amount of Rp. 62,600,000. The IoT installation aims to monitor the performance of the mini PLTS on pilot boats in real time, the researchers also compared the data taken by IoT Monitoring and compared with manual recording data. Data collection was carried out for 176 days from 07 December 2022 to 31 May 2023, from the data taken then the voltage generated during the experiment ( $V_{IoT}$ ) was displayed compared to the input voltage to the battery set by MPPT ( $V_{MPPT}$ ) installed in the solar charge controller per period monthly. The data displays showing the maximum power generated for 176 experimental days captured via IoT ( $P_{IoT}$ ) and the maximum temperature in one day per monthly period in graphs. Next, compare the power generated ( $P_{IoT}$ ) and the power consumed by the load ( $Load_{IoT}$ ). This shows that the PV system can provide enough electricity to ensure all the electronics on board are functioning properly day and night. During the research, 13,824 liters of fuel were saved and operational costs were saved by Rp. 258,508,800.

**Keywords:** PLTS, Pilot Boats, Solar Energy, Solar Panels,  
Citations: 33 (2010-2023)

## RINGKASAN

### Implementasi *Floating* PLTS Mini pada Kapal Pandu sebagai Energi Alternatif Terbarukan

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 22 Juli 2023

Afiz Zullah; Dibimbing oleh Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M. Eng dan Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM.

### *Implementation of Floating PV System on Pilot Ships as a Renewable Alternative Energy*

xx + 70 halaman, 6 tabel, 47 gambar, 11 lampiran

Matahari adalah sumber energi yang berjumlah besar dan bersifat terus-menerus. Energi matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan sebagai alternatif pengganti fosil. Penggunaan solar sel merupakan bentuk dari aplikasi konversi energi. Konversi energi adalah suatu proses perubahan dimana suatu bentuk energi menjadi bentuk energi lain yang dibutuhkan. Dengan berlimpahnya sumber energi surya di Indonesia, maka potensi perkembangan panel surya di Indonesia sangatlah besar, terlebih lagi untuk daerah-daerah yang jauh dari perkotaan atau belum terdapat jaringan PLN dapat memanfaatkan energi dari matahari dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai salah satu pembangkit listrik alternatif. Dibandingkan dengan energi terbarukan yang lain, panel surya merupakan energi terbarukan yang paling mudah diaplikasikan, karena panel surya bersifat modular dan mudah di pindahkan dan panel surya tidak memerlukan lahan yang luas untuk pemasangannya karena menyesuaikan dengan daya yang akan dipasang. Konsumsi pemakaian bahan bakar minyak di bidang perkapalan cukup besar terutama sebagai sumber energi listrik dan bahan bakar untuk menggerakkan kapal. Kapal pandu memiliki 2 buah generator set yang menghasilkan listrik untuk kebutuhan peralatan listrik di dalam kapal. Generator set ini membutuhkan bahan bakar minyak diesel industri sekitar 4 liter/hour/unit atau sekitar 2000 liter per bulan, sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar minyak untuk mesin utama sekitar 5000 liter per bulan. Tingginya harga bahan bakar minyak sama sekali tidak menguntungkan industri pelayaran dan nelayan sebagai pengguna kapal bermotor, sehingga energi surya dapat digunakan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar minyak yang perlu dikembangkan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan merancang sistem *floating* solar panel pada kapal pandu dan mengaplikasikan *IoT (Internet of Things)* sebagai monitoring jauh sistem marine *floating* solar panel. Penelitian ini dilakukan di salah satu kapal pandu dengan nama Kuda Laut 01, dimana kapal pandu ini melakukan aktivitas kegiatan dari Sungai Sungsang Kabupaten Banyuasin menuju ke arah Tanjung Kalian Muntok Barat melalui Selat Bangka dengan jarak sekitar  $\pm 44,16$  mil dan melakukan aktivitas sebaliknya dari Muntok Barat ke Sungsang. Pada tahap akan dilaksanakannya perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mini dikapal pandu ini yang diperlukan yaitu konsumsi pemakaian energi listrik pada kapal pandu tersebut. Setelah mengetahui jumlah konsumsi pemakaian energi listrik di kapal pandu kemudian dapat ditentukan jumlah dan kapasitas solar panel yang akan dipasang pada penelitian ini solar



panel yang dipasang yaitu 500 wp sebanyak 4 panel. Pada tahapan menghitung jumlah baterai yang akan dipakai, secara perhitungan akan menggunakan baterai dengan spesifikasi 48 V 100 Ah sebanyak 6 unit, selanjutnya menghitung penggunaan inverter yang akan dipakai, pada penelitian ini menggunakan inverter 2000 Watt. Setelah menghitung komponen-komponen yang diperlukan, dapat dihitung biaya investasi awal untuk perencanaan pembangunan PLTS mini di Kapal Pandu 2000 wp dengan jumlah sebesar Rp. 62.600.000. Pemasangan *IoT* bertujuan untuk memonitor kinerja PLTS mini di kapal pandu secara real time, peneliti juga membandingkan data diambil oleh IoT Monitoring dan disandingkan dengan data pencatatan secara manual. Pengambilan data dilakukan selama 176 hari dari 07 Desember 2022 hingga 31 Mei 2023, dari data yang diambil kemudian ditampilkan tegangan yang dihasilkan selama percobaan ( $V_{IoT}$ ) dibandingkan dengan tegangan input ke baterai yang diatur oleh MPPT ( $V_{MPPT}$ ) yang dipasang di *solar charge controller* per periode bulanan. Dari data menampilkan menunjukkan daya maksimum yang dihasilkan selama 176 hari percobaan yang diambil datanya melalui IoT ( $P_{IoT}$ ) dan temperatur maksimum di dalam satu harinya per periode bulanan dalam grafik. Selanjutnya membandingkan daya yang dihasilkan ( $P_{IoT}$ ) dan daya yang dikonsumsi oleh beban ( $Load_{IoT}$ ). Ini menunjukkan bahwa sistem PV dapat menyediakan listrik yang cukup untuk memastikan semua elektronik di kapal berfungsi dengan baik siang dan malam. Selama penelitian telah menghemat bahan bakar sebesar 13.824 liter dan telah melakukan penghematan biaya operasional sebesar Rp. 258.508.800

**Kata kunci:** Energi Surya, Kapal Pandu, PLTS, Solar Panel  
Kepustakaan: 33 (2010-2023)

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(Q.S Al-Insyirah : 6-8)

Ketika dunia jahat kepadamu, maka berusaha untuk menghadapinya, karena tidak ada orang yang membantumu jika kau tidak berusaha

(Roronoa Zoro - One Piece)

Jadilah orang yang bermanfaat untuk orang lain

(Afiz Zullah)

Alhamdulillah dengan izin Allah SWT tesis ini dapat diselesaikan, dengan rasa bangga dan bahagia tesis ini penulis persembahkan untuk :

1. Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya laporan tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kedua orang tua (Abah dan Mamak) dan Keluarga Besar
3. Istri tercinta Dwi Rama Priandini dan anak-anak tersayang, Adam dan Bilal
4. Mas Amir sekeluarga dan Adek Ari sekeluarga
5. Mertua, Kakak Ipar dan Keluarga besar Alm. Sudarmaji
6. Dosen - dosen yang mengajar di Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Megister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya
7. Teman-teman EBT angkatan 2021 yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan laporan ini.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “**Implementasi *Floating* PLTS Mini pada Kapal Pandu sebagai Energi Alternatif Terbarukan**”.

Dalam penyusunan Tesis ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya. Yang telah memberikan kesempatan menggunakan segala fasilitas selama masa pendidikan
2. Carlos RS, S.T., M.T., Selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM, selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Megister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya dan selaku Dosen Pembimbing II,
4. Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M. Eng, selaku Dosen Pembimbing I di Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Segenap Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Megister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya,
6. Keluarga besar Asset Operation RU III, Kru Kapal Marine Sumbagsel dan Teknisi Listrik Patra Jasa
7. Pak Ardyah Isha yang sangat membantu dalam pemasangan Solar Panel.
8. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Megister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya angkatan 2021

Dengan adanya Tesis ini penulis mengharapkan semoga penelitian ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan dan menunjang perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan mata kuliah Energi Surya secara khusus.

Palembang, 22 Juli 2023

Afiz Zullah

## RIWAYAT HIDUP



Afiz Zullah adalah anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Muhamad dan Ibu Juminem, lahir di Tegal Rejo pada tanggal 30 Oktober 1986. Pendidikan memulai pendidikan dasar dimulai 1990-1992 di Taman Kanak-Kanak Puspa Harapan dilanjutkan dengan pendidikan SD Negeri 04 Tanjung Enim pada tahun 1992-1998, pendidikan menengah di SMP Negeri 03 Tanjung Enim pada tahun 1998-2001, SMA PTBA Tanjung Enim 2001-2004, kemudian melanjutkan pendidikan tinggi S1 di jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Sriwijaya Palembang pada tahun 2004-2010. Sembari menyelesaikan pendidikan S1, pada tahun 2006 penulis memulai karir di PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju sebagai Teknisi RE AREA- A di bagian Pemeliharaan II, kemudian tahun 2009 pindah bagian ke Maintenance Area I sebagai Jr Technician I RE, selanjutnya tahun 2017 penulis pindah bagian kembali ke Fungsi Procurement sebagai Jr Ast Housing Services, kemudian di tahun 2018 dikarenakan restrukturisasi organisasi jadi terjadi perubahan dari Fungsi Procurement ke Fungsi Asset sebagai Administrator II General Services dan di tahun 2022 - sekarang tetap berada di fungsi Asset tetapi mengalami kenaikan jenjang sebagai Jr Officer I Optimization & Invoicing. Selama bekerja di PT. Pertamina (Persero) penulis sering di libatkan dalam kegiatan acara perusahaan, beberapa pelatihan dan seminar mengenai seperti Basic Maintenance Management, Pemeliharaan Dan Perbaikan Pompa, Turbin & Kompresor, Operasi & Pemeliharaan Heat Exchanger, - Diesel Engine & Control System, Vibration Analysis dan sebagainya. Pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 2 Program Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan Politeknik Negeri Sriwijaya.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>v</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GLOSARIUM</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xx</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Hipotesa .....	4
1.6 Novelty .....	4
1.7 Kerangka Pikir Penelitian .....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	6
2.1.1 Intensitas Radiasi Surya .....	7
2.1.2 Prinsip Kerja PLTS .....	8
2.1.3 Komponen-komponen PLTS .....	9
2.2 Pelayanan Kapal .....	19
2.2.1 Jenis dan Fungsi Peralatan Pelayanan Kapal .....	21
2.3 <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	23
2.3.1 Unsur-unsur <i>IoT</i> .....	24
2.3.2 Cara Kerja <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	25
2.3.3 Contoh Penerapan <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	26
2.3.4 Manfaat <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	27
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>29</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	29
3.2 Alat dan Bahan .....	29
3.2.1 Alat yang digunakan untuk penelitian .....	29
3.2.2 Bahan yang digunakan untuk penelitian .....	30
3.3 Desain Solar Panel di Kapal .....	30
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	31

3.5	Prosedur Penelitian .....	31
3.5.1	Pra Perencanaan.....	31
3.5.2	Proses Penelitian.....	32
3.5.3	Post Penelitian .....	32
<b>BAB IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1	Pergerakan Kapal Pandu.....	33
4.2	Upaya Dalam Mengurangi Biaya Operasional Kapal .....	33
4.3	Hasil Penelitian.....	34
4.3.1	Menghitung Konsumsi Pemakaian Listrik .....	34
4.3.2	Menghitung Kebutuhan Solar Panel .....	34
4.3.3	Menghitung Kebutuhan Baterai.....	35
4.3.4	Menentukan Penggunaan Inverter .....	35
4.3.5	Perhitungan Ekonomi PLTS .....	36
4.3.6	Pemasangan PLTS .....	36
4.3.7	Desain <i>IoT Monitoring</i> .....	37
4.4	Pembahasan .....	39
4.5	Penghematan Bahan Bakar.....	54
<b>BAB V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>55</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR GLOSARIUM

- *AC Load*
- *Alternating Current*
- *Array*
- *Artificial Intelligence*
- *Battery*
- *Battery Charge Controller*
- *Barge*
- Bahan Bakar
- Bahan Bakar Minyak
- Beban Listrik
- *Big Data*
- *Cell*
- *DC Load*
- *Direct Current*
- Elektron
- *Floating*
- Frekuensi
- *Hybrid*
- *Input*
- Intensitas Cahaya Matahari
- *Internet of Things*
- *Inverter*
- *Irradiance*
- Isolator
- *IoT Monitoring*
- *Junction*
- Kapal Pandu
- Konduktor
- *Load*
- *Load Power*
- *Metal Backing*
- *Offgrid*
- *Output*
- *Photovoltaic*
- *Pilot Boat*
- *Pirheliometer*
- *PV Power*
- *PV Charging*
- *Pyranometer*
- Radiasi
- *Real Time*
- Semikonduktor
- *Silicon*

- *Solar Charge Controller*
- *Solar Power Meter*
- *Tongkang Air*
- *Tug Boat*
- *Virtual*
- *Voltage*
- *Watt*
- *Watt Peak*



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Kelebihan dan kekurangan jenis-jenis sel surya.....	10
2. Kualifikasi ABK Kapal Tunda .....	21
3. Kualifikasi ABK Kapal Pandu. ....	22
4. Konsumsi daya di Kapal Pandu.....	34
5. Total Biaya Peralatan dan Pemasangan PLTS Mini.....	36
6. Data Solar Panel, beban dan irradiance .....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian.....	5
2. <i>Irradiation rata-rata di Palembang – Sumatera Selatan berdasarkan aplikasi RETScreen Expert</i> .....	8
3. Prinsip kerja pembangkit listrik tenaga surya.....	9
4. (a) kristal tunggal, (b) polikristalin, (c) silicon amorf .....	10
5. Struktur cell surya jenis silikon .....	11
6. Junction semikonduktor tipe-p dan tipe-n .....	12
7. Pergerakan elektron dari semikonduktor tipe-p menuju ke semikonduktor tipe-n.....	13
8. Struktur pita semikonduktor bahan intrinsik .....	14
9. Bentuk fisik dari solar sel .....	15
10. (a) Solar Charge Controler untuk PLTS komunal; (b) Solar Charge Controler untuk PLTS SHS .....	17
11. Gambaran dari <i>Internet of Things</i> .....	24
12. (a) Gambar desain dari sisi samping (b) Gambar desain dari sisi atas .....	30
13. Diagram Alir Penelitian.....	31
14. Diagram sistematis komponen-komponen PLTS pada Kapal pandu .....	36
15. PLTS di kapal pandu.....	37
16. Penampakan solar panelnya saja.....	37
17. Skema diagram Pemasangan <i>IoT</i> .....	37
18. Tampilan Real time Pemantauan <i>IoT</i> .....	38
19. Tampilan Grafik Harian antara PV Power yang dihasilkan dengan Load Power .....	39
20. Tampilan Data <i>IoT</i> yang terekam dan dapat didownload dan di export ke Excel .....	39
21. Data Irradiance tgl 09 Jan 2023 Jam 09.00 .....	40
22. Data Irradiance tgl 09 Jan 2023 Jam 11.00 .....	40
23. Data Load Power tgl 09 Jan 2023 Jam 08.00 .....	40
24. Data Load Power tgl 09 Jan 2023 Jam 15.00 .....	40
25. Data PV Power tgl 09 Jan 2023 Jam 11.00 .....	40
26. Data PV Power tgl 09 Jan 2023 Jam 12.00 .....	40
27. Perbandingan Data <i>IoT</i> dengan data pengukuran manual .....	41
28. Tegangan yang dihasilkan selama percobaan dibandingkan dengan tegangan masukan ke baterai Periode Desember 2022.....	42
29. Tegangan yang dihasilkan selama percobaan dibandingkan dengan tegangan masukan ke baterai Periode Januari 2023.....	43
30. Tegangan yang dihasilkan selama percobaan dibandingkan dengan tegangan masukan ke baterai Periode Februari 2023.....	43
31. Tegangan yang dihasilkan selama percobaan dibandingkan dengan tegangan masukan ke baterai Periode Maret 2023.....	44
32. Tegangan yang dihasilkan selama percobaan dibandingkan dengan tegangan masukan ke baterai Periode April 2023.....	44
33. Tegangan yang dihasilkan selama percobaan dibandingkan	

dengan tegangan masukan ke baterai Periode Mei 2023.....	45
34. Daya yang dihasilkan pada periode Desember 2022.....	46
35. Daya yang dihasilkan pada periode Januari 2023 .....	46
36. Daya yang dihasilkan pada periode Februari 2023 .....	47
37. Daya yang dihasilkan pada periode Maret 2023 .....	47
38. Daya yang dihasilkan pada periode April 202.....	48
39. Daya yang dihasilkan pada periode Mei 2023.....	48
40. Perbandingan daya yang dihasilkan dan daya yang dikonsumsi periode Desember 2022 .....	49
41. Perbandingan daya yang dihasilkan dan daya yang dikonsumsi periode Januari 2023.....	50
42. Perbandingan daya yang dihasilkan dan daya yang dikonsumsi periode Februari 2023.....	50
43. Perbandingan daya yang dihasilkan dan daya yang dikonsumsi periode Maret 2023.....	51
44. Perbandingan daya yang dihasilkan dan daya yang dikonsumsi periode April 2023.....	51
45. Perbandingan daya yang dihasilkan dan daya yang dikonsumsi periode Mei 2023.....	52
46. Daya Listrik yang dihasilkan selama penelitian .....	53
47. Data pemantauan IoT.....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
I. Alat dan Bahan .....	59
II. Spesifikasi Solar Panel .....	61
III. Dokumentasi Pemasangan Solar Panel.....	62
IV. Pengukuran Irradiance .....	63
V. <i>Coding IoT</i> .....	64