

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS EFISIENSI TURBIN DARRIEUS PADA  
PROTOTIPE RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA ARUS LAUT DI SELAT MADURA**



SINDU DWI PRASSETYO  
NIT 09.21.020.1.03

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL  
TAHUN 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS EFISIENSI TURBIN DARRIEUS PADA  
PROTOTIPE RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA ARUS LAUT DI SELAT MADURA**



SINDU DWI PRASSETYO  
NIT 09.21.020.1.03

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL  
TAHUN 2025

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang ber tandatangan di bawah ini:

Nama : SINDU DWI PRASSETYO

Nomor Induk Taruna : 09.21.020.1.03

Program Diklat : *Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal*

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**ANALISIS EFISIENSI TURBIN DARRIEUS PADA PROTOTIPE  
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT  
DI SELAT MADURA**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema,  
dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima  
sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 1 AGUSTUS 2025

  
SINDU DWI PRASSETYO  
NIT. 09.21.020.1.0

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : ANALISIS EFISIENSI TURBIN DARRIEUS PADA  
PROTOTYPE RANCANG BAGUN PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA ARUS LAUT DI SELAT MADURA

Program Studi : Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Nama : SINDU DWI PRASSETYO

NIT : 09.21.020.1.03

Jenis Tugas Akhir : Karya Ilmiah Terapan

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan  
Seminar Proposal Tugas Akhir

Surabaya, 20 Desember 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Dr. AGUS DWI SANTOSO, S.T., M.T., M.Pd.)  
NIP. 197808192000031001

Dosen Pembimbing II



(OTRI WANI SIHALOHO, S.ST., M.M)  
NIP. 198610172010122004

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(AKHMAD KASAN GUPRON, M.Pd.)  
NIP. 19800517200502103

**LEMBAR PERSETUJUAN SEMINAR HASIL  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : ANALISIS EFISIENSI TURBIN DARRIEUS PADA  
PROTOTIPE RANCANG BAGUN PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA ARUS LAUT DI SELAT MADURA

Program Studi : Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Nama : SINDU DWI PRASSETYO

NIT : 09.21.020.1.03

Jenis Tugas Akhir : Karya Ilmiah Terapan

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan  
Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 02 Juli 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

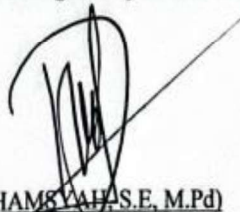


(Dr. AGUS DWI SANTOSO, S.T., M.T., M.Pd.)  
NIP. 197808192000031001



(OTRI WANI SIHALOHO, S.ST., M.M)  
NIP. 198610172010122004

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(DIRHAMYAH, S.E., M.Pd)  
NIP. 1975043020021212

**PENGESAHAN**  
**PROPOSAL TUGAS AKHIR**  
**KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISIS EFISIENSI TURBIN DARRIEUS PADA PROTOTIPE RANCANG**  
**BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT DI SELAT**  
**MADURA**

Disusun oleh:

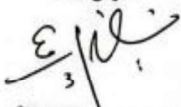
SINDU DWI PRASSETYO

NIT. 09.21.020.1.03

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 01 Juli 2025  
Mengesahkan,


Penguji I

  
(EDI KURNIAWAN, S.ST., M.T.)  
NIP. 198312022019021001


Penguji II

  
(Dr. ARIONO SETIAWAN, S.T., M.T.)  
NIP. 197903282005021001

Penguji III

  
(Dr. AGUS DWI SANTOSO, S.T., M.T., M.Pd)  
NIP. 197808192000031001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

  
(DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd)  
NIP. 197504302002121002



**PENGESAHAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISIS EFISIENSI TURBIN DARRIEUS PADA PROTOTIPE RANCANG**  
**BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LUAT DI SELAT**  
**MADURA**

Disusun oleh:

SINDU DWI PRASSETYO

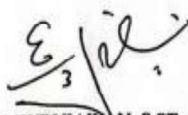
NIT. 09.21.020.1.03

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya

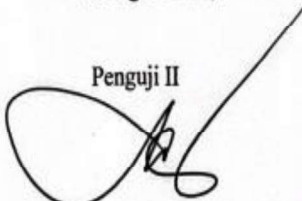
Surabaya, 31 Juli 2025

Mengesahkan,

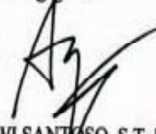
Penguji I

  
(EDI KURNIAWAN, S.ST., M.T.)  
NIP. 198312022019021001

Penguji II

  
(Dr. ARIONO SETIAWAN, S.T., M.T.)  
NIP. 197903282005021001

Penguji III

  
(Dr. AGUS DWI SANTOSO, S.T., M.T., M.Pd)  
NIP. 197808192000031001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

  
(DIRHAM SYAH, S.E, M.Pd)  
NIP. 197504302002121002

## ABSTRAK

Sindu Dwi P. 2025. Analisis Efisiensi Turbin Darrieus pada Prototipe Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut. Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh Dosen Pembimbing I : Bapak Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., M.Pd. dan Dosen Pembimbing II : Otri Wani Sihaloho, S.ST.,M.M.

Energi listrik merupakan kebutuhan vital bagi kehidupan manusia, baik untuk aktivitas sehari-hari maupun kegiatan industri. Namun pasokan energi listrik di Indonesia masih bergantung pada sumber daya fosil yang tidak terbarukan, sehingga memerlukan inovasi energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan energi di masa depan. Salah satu sumber energi terbarukan yang potensial adalah tenaga arus laut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi turbin Darrieus sebagai prototipe pembangkit listrik tenaga arus laut di Selat Madura. Selat Madura, dengan luas sekitar 10.962 km<sup>2</sup>, memiliki potensi arus laut yang signifikan untuk dikembangkan sebagai sumber energi. Penelitian ini terfokus pada pengukuran kuat arus laut, analisis efisiensi turbin Darrieus, serta pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin. Metode yang digunakan meliputi pengujian prototipe turbin untuk menentukan efisiensi dan keefektifan desain yang optimal berdasarkan kondisi arus laut di Selat Madura. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa turbin Darrieus memiliki efisiensi yang kurang dalam mengubah energi kinetik arus laut di selat Madura menjadi energi mekanik dan listrik karena kecepatan arus yang ada di selat Madura yang kurang. Jumlah blade serta konfigurasi turbin mempunyai pengaruh terhadap jumlah *Revolution Per Minute* (RPM) dan tegangan yang dihasilkan paling besar yaitu dengan kemiringan sudut blade 90° dengan rata-rata tegangan 5,89 V dengan RPM rata-rata yaitu 341.4. Dengan demikian, turbin Darrieus dapat menjadi solusi yang efektif jika di tempatkan pada perairan yang mempunyai arus yang kencang.

**Kata Kunci:** *Turbin Darrieus*, Energi Terbarukan, Arus Laut, Efisiensi, Selat Madura



## **ABSTRACT**

*Sindu Dwi P. 2025. Analysis of Darrieus Turbine Efficiency on Ocean Current Power Plant Design Prototype. Surabaya Maritime Polytechnic. Supervised by Supervisor I: Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., M.Pd. and Supervisor II: Otri Wani Sihaloho, S.ST., M.M.*

*Energy is a vital necessity for human life, both for daily activities and industrial activities. However, Indonesia's electricity supply still relies on non-renewable fossil fuels, necessitating renewable energy innovation to meet future energy needs. One potential renewable energy source is ocean current power. This study aims to analyze the efficiency of the Darrieus turbine as a prototype for a wave-powered power plant in the Madura Strait. The Madura Strait, with an area of approximately 10,962 km<sup>2</sup>, has significant potential for ocean currents to be developed as an energy source. This study focused on measuring ocean current strength, analyzing the efficiency of the Darrieus turbine, and the effect of blade number on turbine performance. The methods used included testing turbine prototypes to determine the efficiency and effectiveness of optimal designs based on ocean current conditions in the Madura Strait. The results indicate that the Darrieus turbine is less efficient in converting the kinetic energy of ocean currents in the Madura Strait into mechanical and electrical energy due to the low current velocity in the Madura Strait. The number of blades and turbine configuration influence the number of revolutions per minute (RPM) and the voltage generated, with the highest blade angle being 90°, with an average voltage of 5.89 V and an average RPM of 341.4. Therefore, the Darrieus turbine can be an effective solution when placed in waters with strong currents.*

**Keywords:** *Darrieus Turbine, Renewable Energy, Ocean Currents, Efficiency, Madura Strait*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya kepada peneliti sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul:

### **“ANALISIS EFISIENSI TURBIN DARRIEUS PADA PROTOTIPE RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT DI SELAT MADURA”**

Karya Ilmiah Terapan (KIT) merupakan salah satu persyaratan taruna untuk menyelesaikan studi program Sarjana Terapan dan wajib diselesaikan pada periode yang ditetapkan. Skripsi merupakan proses penelitian taruna terhadap permasalahan yang terjadi di sekitar guna mendapatkan alternatif atau solusi untuk memecahkannya.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi bahasa, susunan kalimat, maupun cara penulisan serta pembahasan materi akibat keterbatasan penulis dalam penguasaan materi, waktu dan data-data yang diperoleh.

Karena hal ini peneliti akan menerima usulan dan masukan yang akan berguna bagi peneliti untuk selesainya skripsi ini. Penelitian karya tulis ilmiah ini bisa selesai karena ada *support* semangat moral dari banyak pihak, oleh karena itu, peneliti mengucapkan banyak terima kasih, kepada kedua orang tua dan saudara serta teman-teman yang selalu memberikan sokongan baik moril ataupun material serta kepada:

1. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. yang telah memberikan pembinaan kepada taruna-taruni Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bapak Dirhamsyah, S.E.,M.Pd.,M.Mar.E selaku ketua prodi TRKK.
3. Bapak Dr. Agus Dwi Santoso S.T.,M.T.,M.Pd. selaku dosen pembimbing materi pertama saya.
4. Seluruh Dosen Penguji, beserta Civitas Akademika Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan ilmu, wawasan dan pengetahuan sebagai modal untuk melakukan penelitian, Saya sadar bahwa dalam penelitian karya ilmiah terapan ini masih terdapat banyak kekurangan.
5. Kedua orang tua saya yang telah mendukung peneliti untuk menyelesaikan pendidikan dan penyelesaian Skripsi.
6. Kepada seluruh teman seperjuangan penulis di Politeknik Pelayaran Surabaya yang tidak dapat disebutkan satu per satu, penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan dalam mendapatkan masukan, data, pusat informasi, dan bantuan untuk mengerjakan skripsi.
7. Semua pihak yang tidak dapat taruna sebutkan satu persatu yang telah membantu menyelesaikan penelitian karya ilmiah terapan ini.

Terima kasih kepada beliau dan semua pihak yang telah membantu, semoga semua amal dan jasa baik mereka dapat imbalan dari Allah SWT dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca serta dapat membantu untuk kemajuan pelayaran di Indonesia.

Surabaya, 2025

SINDU DWI PRASSETYO

09.21.020.1.03

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>JUDUL .....</b>                              | <b>i</b>    |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>                | <b>ii</b>   |
| <b>PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL .....</b> | <b>iii</b>  |
| <b>PERSETUJUAN SEMINAR HASIL .....</b>          | <b>iv</b>   |
| <b>PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR .....</b>    | <b>v</b>    |
| <b>PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR .....</b>     | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRAK.....</b>                             | <b>vii</b>  |
| <b><i>ABTRACT</i>.....</b>                      | <b>viii</b> |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                      | <b>ix</b>   |
| <b>DARTAR ISI.....</b>                          | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                       | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                       | <b>xv</b>   |
| <b>BAB I    PENDAHULUAN .....</b>               | <b>1</b>    |
| A. Latar Belakang Penelitian.....               | 1           |
| B. Rumusan Masalah .....                        | 2           |
| C. Batasan Masalah.....                         | 3           |
| D. Tujuan Penelitian.....                       | 3           |
| E. Manfaat Penelitian.....                      | 4           |
| <b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....</b>         | <b>5</b>    |
| A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya .....    | 5           |
| B. Landasan Teori.....                          | 8           |
| 1. Arus Laut.....                               | 8           |

|  |           |
|--|-----------|
| 2. Arus Pasang Surut di Selat Madura .....         | 9         |
| 3. Turbin.....                                     | 10        |
| 4. Turbin Darrieus.....                            | 11        |
| 5. Mikro Kontroller ESP32 .....                    | 11        |
| 6. <i>Maximum Power Point Tracker</i> .....        | 12        |
| 7. Arduino IDE .....                               | 13        |
| 8. Sensor INA219 .....                             | 14        |
| 9. <i>Water Flow Sensor</i> YF-S201 .....          | 14        |
| 10. Hubungan Daya dan Turbin .....                 | 15        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>             | <b>17</b> |
| A. Jenis Penelitian .....                          | 17        |
| B. Perancangan Sistem.....                         | 18        |
| C. Perancangan Alat.....                           | 19        |
| D. Perencanaan Pengujian .....                     | 24        |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b> | <b>25</b> |
| A. Uji Statis .....                                | 25        |
| 1. Pengujian Putar Sudut Turbin .....              | 25        |
| 2. Pengujian Arus dan Tegangan dari Generator..... | 26        |
| 3. Pengujian <i>Hardware</i> Modul ESP32 .....     | 27        |
| 4. Pengujian Kelistrikan MCB dan MPPT .....        | 29        |
| 5. Pengujian Akses <i>Google Spreadsheet</i> ..... | 29        |
| 6. Pengujian Sensor DC Volt .....                  | 30        |
| 7. Pengujian Sensor INA219 .....                   | 32        |
| 8. Pengujian <i>Step Down</i> .....                | 34        |

|  |           |
|--|-----------|
| 9. Pengujian LCD 12C 20x4 .....              | 35        |
| 10. Pengujian <i>Flowmeter</i> .....         | 36        |
| B. Uji Dinamis .....                         | 37        |
| 1. Pengujian <i>Google Spreadsheet</i> ..... | 37        |
| 2. Pengujian Keseluruhan .....               | 38        |
| 3. Hasil Data Pengujian Produk .....         | 38        |
| C. Analisis Data .....                       | 44        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                    | <b>48</b> |
| A. Simpulan .....                            | 48        |
| B. Saran .....                               | 49        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                   | <b>51</b> |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya.....                       | 5  |
| Tabel 3.1 Keterangan Blok Diagram Perancangan Sistem .....        | 18 |
| Tabel 3.2 Keterangan Blok Diagram Perancangan Alat .....          | 20 |
| Tabel 3.3 Tabel Pin Penghubung Komponen <i>Wiring</i> .....       | 22 |
| Tabel 4.1 Uji Statis Generator DC 12 Volt .....                   | 26 |
| Tabel 4.2 Uji Statis ESP32.....                                   | 28 |
| Tabel 4.3 Uji Statis Sensor <i>Module</i> DC Volt .....           | 31 |
| Tabel 4.4 Uji Statis Sensor INA219 .....                          | 33 |
| Tabel 4.5 Tabel Pengujian.....                                    | 38 |
| Tabel 4.6 Uji Sudut <i>Blade</i> 45° .....                        | 39 |
| Tabel 4.7 Uji Sudut <i>Blade</i> 90° .....                        | 41 |
| Tabel 4.8 Uji Sudut <i>Blade</i> 0° .....                         | 42 |
| Tabel 4.9 Tabel Hasil Data Masing-Masing Sudut <i>Blade</i> ..... | 46 |



## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Arus Laut Indonesia.....                        | 8  |
| Gambar 2.2 Grafik Waktu Puncak Pasang Surut Arus Laut..... | 9  |
| Gambar 2.3 Turbin Darrieus .....                           | 10 |
| Gambar 2.4 Turbin Fluida Darrieus.....                     | 11 |
| Gambar 2.5 Gambar ESP32 .....                              | 12 |
| Gambar 2.6 <i>Maximum Power Point Tracker</i> .....        | 13 |
| Gambar 2.7 Arduino IDE.....                                | 13 |
| Gambar 2.8 INA219.....                                     | 14 |
| Gambar 2.9 <i>Water Flow Sensor</i> .....                  | 15 |
| Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Sistem .....           | 18 |
| Gambar 3.2 Blok Diagram Alat.....                          | 20 |
| Gambar 3.3 Blok Diagram Panel.....                         | 20 |
| Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Alat.....                      | 21 |
| Gambar 3.5 <i>Wiring Diagram</i> Alat .....                | 22 |
| Gambar 3.6 Desain Mekanik 3D .....                         | 23 |
| Gambar 4.1 <i>Adjust</i> Sudut Turbin .....                | 25 |
| Gambar 4.2 Uji Generator.....                              | 26 |
| Gambar 4.3 Uji Modul ESP32 .....                           | 28 |
| Gambar 4.4 Uji MCB dan MPPT .....                          | 29 |
| Gambar 4.5 Uji <i>Spreadsheet</i> .....                    | 30 |
| Gambar 4.6 Uji Sensor DC Volt.....                         | 31 |
| Gambar 4.7 Uji Sensor INA219 .....                         | 33 |
| Gambar 4.8 <i>Ouput</i> Tegangan .....                     | 34 |
| Gambar 4.9 <i>Input</i> Tegangan.....                      | 35 |
| Gambar 4.10 Uji LCD.....                                   | 35 |
| Gambar 4.11 Uji <i>Flow Meter</i> .....                    | 36 |
| Gambar 4.12 Uji <i>Google Spreadsheet</i> .....            | 37 |
| Gambar 4.13 Sudut <i>Blade</i> 45° .....                   | 39 |
| Gambar 4.14 Sudut <i>Blade</i> 90° .....                   | 41 |
| Gambar 4.15 Sudut <i>Blade</i> 0° .....                    | 42 |
| Gambar 4.16 Analisa Turbin Kemiringan Sudut 45° .....      | 44 |
| Gambar 4.17 Analisa Turbin Kemiringan Sudut 90° .....      | 45 |
| Gambar 4.18 Analisa Turbin Kemiringan Sudut 0°.....        | 45 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Penelitian

Untuk zaman modern sekarang sumber energi listrik bagian penting dari kehidupan manusia yang mana manusia tidak bisa lepas dari kebutuhan energi listrik untuk kehidupan dan kegiatan sehari-hari maupun kegiatan industri contohnya industri perkapalan yang untuk saat ini masih menjadikan pembangkit listrik tenaga diesel sebagai sumber energi listrik dengan adanya inovasi PTAL ini maka akan menjadikan salah satu cadangan *battery* dari energi listrik. Pasokan energi listrik di Indonesia pun untuk saat ini masih tergantung pada sumber daya alam yang tidak bisa terbarukan contoh adalah sumber tambang fosil yang mana apabila digunakan secara konstan akan habis dimasa mendatang, akan banyak menimbulkan berbagai masalah, maka dari itu peneliti ingin membuat inovasi energi terbarukan yang mana sumber energi tersebut tidak akan habis dan bisa digunakan secara terus menerus.

Pemanfaatan tenaga arus laut sebagai sumber penghasil energi listrik salah satu inovasi dari energi yang terbarukan. Potensi inovasi tersebut sangat tinggi apabila dikembangkan secara serius, dikarenakan negara kita memiliki daerah laut atau perairan yang luas yang mana potensi untuk mendapatkan sumber tenaga arus laut sangat mudah, potensi tersebut bisa ditemukan di daerah contoh saja seperti selat Madura yang mana selat Madura sendiri ditaksir berlandaskan rancangan *marine cadaster* dengan mengaplikasikan peta dasar Badan Informasi Geospasial memiliki luas kurang lebih 10.962 km<sup>2</sup> (Hidayah et al., 2020).

Ada pun penggunaan jenis turbin untuk pembangkit listrik tenaga arus laut tidak bisa asal memakai jenis kincir, dikarenakan di setiap daerah laut Indonesia kuat arusnya tidak akan sama maka potensi energi listrik yang dihasilkan pun tidak bisa maksimal jika salah perhitungan untuk penggunaan jenis turbin. Dan jenis turbin pun ada berbagai jenis yang dapat diaplikasikan sesuai kuat atau lemahnya arus laut di daerah yang akan dipasang contohnya seperti turbin darrieus. Adapun komponen yang utama dari turbin yaitu blade merupakan bagian paling penting dari turbin dikarenakan blade tersebut dimanfaatkan sebagai konversi tenaga gerak menjadi energi mekanik (Rafi et al., 2021) . Turbin bisa digolongkan dua tipe berdasarkan poros berputarnya adalah, horizontal dan vertikal (Rafi et al., 2021). Penjelasannya jenis turbin horizontal pada dasarnya hanya dapat mendapatkan satu arah dari sumber energi yang didapat apabila sumber energinya berlawanan maka performanya akan menurun. Dan untuk jenis turbin vertikal ini dapat menangkap sumber energi dari berbagai arah maka performa dan tenaga yang dihasilkan pun akan tetap stabil.

## **B. Rumusan Masalah**

Dari latar belakang masalah diatas, bahwa rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana desain turbin yang sesuai dengan penelitian dan prototipe ini?
2. Berapa jumlah *blade* yang sesuai untuk turbin yang akan digunakan untuk prototipe ini?
3. Berapa efisien kemiringan sudut  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $0^{\circ}$  ?
4. Berapa rpm yang dihasilkan dari setiap kemiringan sudut blade?

### C. Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah yang dapat digunakan untuk penelitian mengenai: “Analisis Efisiensi Turbin Darrieus pada Prototipe Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut di Selat Madura”:

1. Analisis ini akan meneliti keefektifan dari jenis turbin yaitu turbin Darrieus pada prototipe pembangkit listrik tenaga arus laut di selat Madura.
2. Penelitian ini hanya berfokus pada jumlah daya dan tegangan yang dihasilkan generator disetiap kemiringan sudut *blade*
3. Penelitian ini akan dibatasi pada pengaruh jumlah *blade* dari turbin yang akan digunakan berjumlah 4 *blade* dengan ukuran panjang 12cm dan lebar 13cm menggunakan 3d *print*.
4. Pada penelitian ini akan dilakukan di lingkup Politeknik Pelayaran Surabaya.

### D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari “Analisis Efisiensi Turbin Darrieus pada Prototipe Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut di Selat Madura”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat kuat arus laut yang ada di selat Madura yang akan dijadikan sebagai bahan perbandingan untuk prototipe pembangkit listrik tenaga arus laut.

1. Mengidentifikasi keefektifan dan dari jenis turbin yang digunakan untuk prototipe pembangkit listrik tenaga arus laut di selat Madura.
2. Menganalisis pengaruh jumlah *blade* pada turbin yang akan digunakan.
3. Mendapatkan hasil dari jumlah putaran turbin yang dihasilkan dari simulasi tenaga arus laut.

## E. Manfaat Penelitian

### 1. Manfaat dari desain yang optimal

Manfaat desain optimal untuk mengetahui jenis desain turbin yang cocok digunakan pada pembangkit listrik tenaga arus laut di selat Madura agar mendapatkan energi yang maksimal dari potensi kuat arus yang ada di selat Madura.

### 2. Manfaat mengetahui pengaruh jumlah *blade* dan pengaruh kemiringan sudut *blade* $45^\circ$ , $90^\circ$ , $0^\circ$

### 3. Mengetahui keefektifan dan dari turbin Darrieus

Untuk mengetahui seberapa efektif jenis turbin darrieus yang akan digunakan di selat Madura. Agar daya dan energi yang dihasilkan maksimal.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Review Penelitian Sebelumnya

*Review* penelitian sebelumnya yang relevan tujuannya sebagai bahan referensi, kajian, dan bahan informasi penelitian yang akan dilakukan agar hasil akhir penelitian sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Tabel pengkajian literatur terkait dari penelitian sebelumnya untuk referensi dapat dilihat di bawah ini :

Tabel 2.1 *Review* Penelitian Sebelumnya  
Sumber: Jurnal Penelitian

| No. | Judul  | Penulis   | Kesimpulan  | Metode Penelitian  | Perbedaan  |
|-----|--|---|---|--|--|
| 1.  | Studi eksperimen model <i>water flow deflector</i> untuk meningkatkan performa turbin arus laut tipe vertikal pada kecepatan arus rendah | Madi1.a, Risfihan Rafil, Hasbiyall oh1, Arif Ronaldo1 dan Muhammad Mukti Asyidiqi (2021). (Jurnal nasional terakreditasi S4). | Penelitian eksperimental mengenai penggunaan deflektor aliran air pada turbin arus laut tipe vertikal untuk kondisi kecepatan arus rendah telah berhasil dilaksanakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan deflektor dapat meningkatkan kinerja Turbin Darrieus hingga 3,1 kali lipat (setara dengan peningkatan sebesar 216,67%). Daya keluaran dari turbin tanpa menggunakan deflektor adalah 6 watt, sedangkan | Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental sebagai metode utama. Dalam pelaksanaan eksperimen, terdapat beberapa aspek penting yang harus diperhatikan, yaitu bentuk geometri, proses pembuatan, tahapan pengujian, serta pengolahan data. Bentuk Geometri Turbin dan Deflektor Dalam studi ini, digunakan rancangan khusus untuk bentuk turbin dan deflektor | Sebagai perbedaannya yaitu untuk penelitian yang sekarang percobaan dilakukan dengan berbagai kecepatan arus yang di hasilkan dan pengaruh kemiringan sudut <i>blade</i> . |

| No. | Judul  | Penulis  | Kesimpulan   | Metode Penelitian   | Perbedaan  |
|-----|--|--|--|---|--|
|     |  |  | saat menggunakan deflektor meningkat menjadi 19 watt.  |   |  |
| 2.  | Pemanfaatan energi arus laut pada teluk awerange sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan | Firman Husain dan Windi Widianingrum (2021). (Jurnal nasional terakreditasi S4). | <p>Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:</p> <p>1. Potensi energi dari arus laut di kawasan Teluk Awerange yang dimanfaatkan melalui turbin jenis Kabold dapat menghasilkan daya sekitar 2,15 kW saat kondisi arus surut. Daya sebesar ini sudah cukup untuk digunakan sebagai sumber listrik pada fasilitas umum seperti pelabuhan, puskesmas, dan sebagainya.</p> <p>2. Untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga, dibutuhkan lebih dari satu unit pembangkit agar mampu mencukupi konsumsi daya yang dibutuhkan.</p> | <p>Pengukuran arus pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan peralatan <i>Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) Mobile</i> dan perangkat lunak Winriver. Alat ini dapat mengukur arah dan kecepatan arus secara bergerak pada kolom air dengan berbagai kedalaman. Kedalaman kolom air ini terbagi menjadi beberapa lapisan kolom air. Pada pengukuran ini interval lapisan kolom air diset 2 meter dengan blanking area pada lapisan kolom air kesatu sebesar 2 meter dari sensor alat ADCP, sehingga data arus terekam mulai dari kedalaman 3 m sampai kedalaman tertentu dengan selang 2 meter. Prinsip kerja alat ADCP menggunakan efek <i>Doppler</i> dengan pemancaran. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:</p> <p>Potensi energi dari arus laut di kawasan Teluk Awerange yang dimanfaatkan melalui turbin jenis Kabold dapat menghasilkan daya sekitar 2,15 kW</p> | <p>Perbedaannya dari penelitian sebelumnya yaitu selat Madura sebagai acuan arus laut yang akan di simulasikan pada prototipe ini dan untuk mengetahui berapa efektifkah pengaruh jumlah blade dan kemiringan sudut <i>blade</i></p> |



| No. | Judul | Penulis | Kesimpulan | Metode Penelitian   | Perbedaan |
|-----|-------|---------|------------|---|-----------|
|     |       |         |            | <p>saat kondisi arus surut. Daya sebesar ini sudah cukup untuk digunakan sebagai sumber listrik pada fasilitas umum seperti pelabuhan, puskesmas, dan sebagainya.</p> <p>Untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga, dibutuhkan lebih dari satu unit pembangkit agar mampu mencukupi konsumsi daya yang dibutuhkan.</p> <p>Penggunaan turbin Kabold untuk memanfaatkan energi arus laut dinilai kurang optimal, karena jumlah energi yang dihasilkan tidak sebanding dengan investasi biaya alat pembangkit, sehingga dianggap tidak efisien untuk diterapkan dalam studi ini.</p> |           |

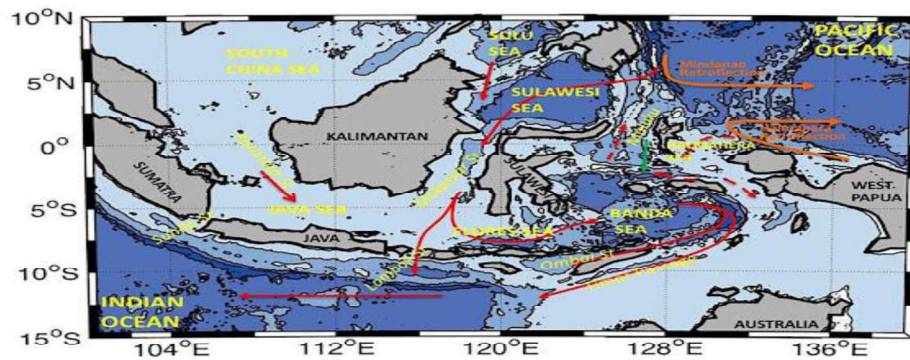
Dari studi literatur di atas dapat disimpulkan bahwa pengujian dan pengkajian terhadap kuat arus laut di berbagai daerah perairan di Indonesia sangat penting, dikarenakan potensi kuat arus tersebut mempengaruhi kekuatan dan energi yang bisa diterima oleh suatu turbin penggerak yang akan digunakan dan tidak semua jenis turbin cocok dan efisien untuk digunakan. Peneliti membatasi dengan hanya menghitung kuat arus disatu daerah saja dan akan menjadi bahan skala perbandingan untuk pengujian alat.

## B. Landasan Teori

Landasan teori mengenai: “Analisis Efisiensi Turbin Darrieus pada Prototipe Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut di Selat Madura” mencakup beberapa konsep penting berikut

### 1. Arus Laut

Arus laut merupakan gerakan jumlah air di laut baik itu dengan vertikal atau horizontal maka menghasilkan gerakan imbang yang sungguh luas di semua lautan di dunia. Terdapat faktor pemicu dari datangnya air laut, antara lain yaitu hembusan angin atau selisih masa jenis atau pergerakan dari ombak di laut (Husain Firman & Widianingrum Windi, 2021)



Gambar 2.1 Arus Laut Indonesia

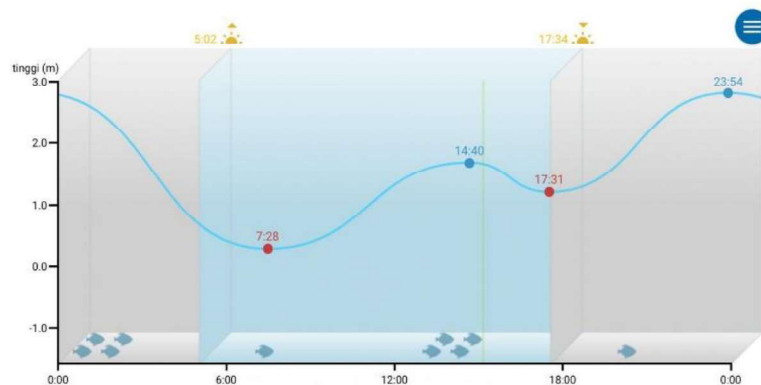
Sumber: <https://shorturl.at/Ufr89>

Energi arus laut merupakan salah satu dari potensi dan inovasi sumber energi yang terbarukan untuk mengatasi apabila terjadi krisis energi dan tidak selalu bergantung pada penggunaan penghasil listrik dari bahan atau energi yang tidak terbarukan, contoh saja seperti PLTD yang mana bahan bakar fosil yang di konsumsi mesin diesel untuk memutar generator apabila digunakan secara terus menerus akan habis dan tidak dapat di perbarui. Pembangkit listrik tenaga arus laut ini merupakan inovasi yang relatif murah dan mudah

untuk di aplikasikan dan sebagai sumber energi alternatif ramah lingkungan. Komponen utama yang menunjang pembangkit ini ada 3. Ketiga komponen utama tersebut adalah generator, turbin, dan baterai.

## 2. Arus Pasang Surut di Selat Madura.

Selat Madura adalah laut pemisah antara Pulau Jawa dengan Pulau Madura yang mempunyai identitas yaitu relatif tidak dalam dan lautan setengah tertutup. Karna itu Selat Madura mempunyai kemungkinan yang lumayan tinggi dalam sektor maritim, hal tersebut digunakan oleh masyarakat sebagai pekerjaan nelayan tangkap (Dumatubun et al., 2025). Di selat Madura juga mempunyai kemungkinan arus laut yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Arus pasang surut di selat Madura sangat relatif tinggi dan sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai tempat pengaplikasian pembangkit listrik tenaga arus laut ini. Pasang surut sendiri terdapat waktu sebagai titik puncak pergerakan arus, berikut grafik pasang susut arus laut di selat Madura:



Gambar 2.2 Grafik Waktu Puncak Pasang Surut Arus Laut di Selat Madura

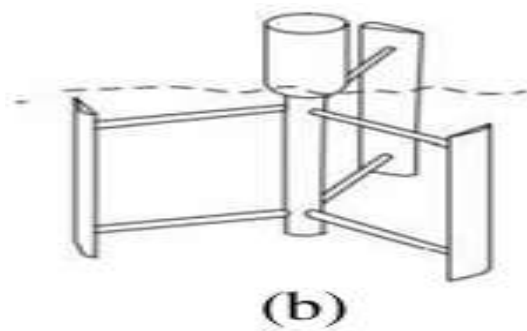
Sumber: <https://shorturl.at/4sC8P>

Grafik waktu tersebut menunjukkan titik puncak pergerakan pasang surut arus laut yang ada di selat Madura, grafik tersebut diambil sebagai

referensi pada tanggal 04 Desember 2025. Grafik tersebut bisa berubah kapan saja tergantung cuaca dan musim angin. Terdapat dua musim angin yang dapat mempengaruhi kuat arus laut yaitu musim angin Barat dan musim angin Timur. Dapat diketahui bahwa kecepatan arus rata-rata pada musim barat sebesar 0.4323 m/s, dengan kecepatan maksimum 0.6953 m/s dan kecepatan minimum 0.03991 m/s. Hasil pada musim timur memiliki kecepatan arus rata-rata sebesar 0.4326 m/s, dengan kecepatan maksimum sebesar 0.9540 m/s dan kecepatan minimum 0.17083 m/s (Anwar Saputro et al., 2021).

### 3. Turbin

Turbin merupakan salah satu dari mesin berputar yang berfungsi sebagai pengubah tenaga dari gerak atau arus fluida menjadi sumber energi gerak yang bisa bermanfaat.



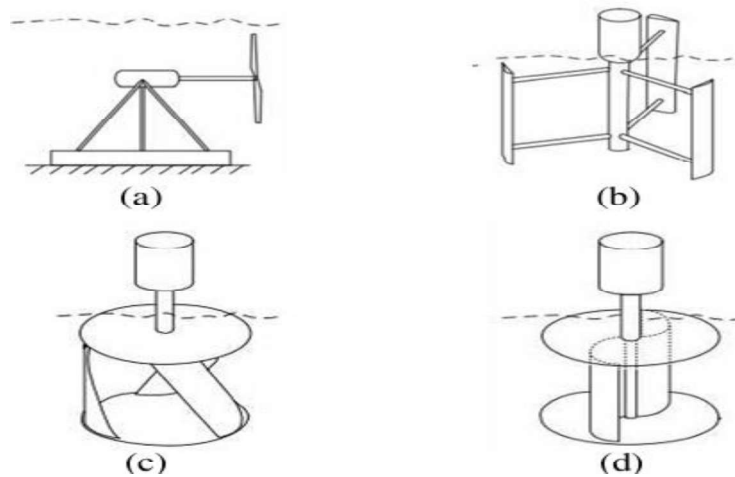
Gambar 2.3 Turbin Darrieus

Sumber: STUDI JENIS *BLADE*.pdf

Turbin terdiri dari bagian rotor yaitu bagian yang dapat bergerak dengan cara berputar, yang dilengkapi juga dengan bagian penunjang seperti sebuah poros atau *shaft* dan daun-daun turbin atau *blade* yang mana terpasang di sekeliling dari poros atau *shaft*. Rotor sendiri dapat berputar dikarenakan mendapat kan tekanan dari gerak fluida yang diterima oleh turbin.

#### 4. Turbin Darrieus

Turbin Darrieus adalah salah satu jenis turbin vertikal dengan sudu-sudu lengkung yang dibuat untuk menerima energi dari air atau *fluida* yang digunakan sebagai sumber tenaga untuk berputarnya turbin.



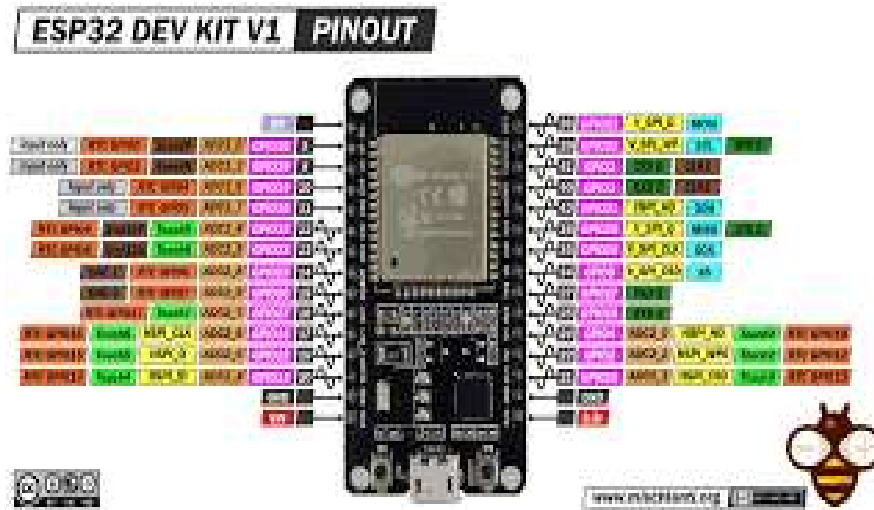
Gambar 2.4 Turbin *Fluida Darrieus*

Sumber: STUDI JENIS *BLADE*.pdf

Turbin sumbu vertikal *aerodinamis* awalnya diformulasikan oleh Georges Darrieus di Perancis dipatenkan pertama kali pada tahun 1927 (Effendi et al., 2019).

#### 5. Mikro Kontroller ESP32

ESP32 yaitu salah satu alat mikrokontroler canggih yang dirancang dan diproduksi oleh *Espressif Systems*, sebagai penyambung dari seri sebelumnya, yaitu ESP8266. Salah satu keunggulan utama dari ESP32 adalah telah terintegrasinya modul WiFi langsung di dalam *chip*, sehingga menjadikannya sangat ideal untuk diaplikasikan dalam berbagai proyek *Internet of Things* (IoT). Dengan adanya fitur ini, pengguna dapat dengan mudah menghubungkan perangkat ke jaringan internet tanpa memerlukan modul tambahan (Imran & Rasul, 2020).



Gambar 2.5 Gambar ESP32

Sumber: <https://student-activity.binus.ac.id/himtek/2022/07/27/esp32/>

Pada gambar 2.5 ditampilkan konfigurasi pin atau pin *out* dari ESP32. Pin-pin ini memiliki fleksibilitas tinggi karena dapat difungsikan baik sebagai *input* maupun *output*. Artinya, pin tersebut dapat digunakan untuk menerima sinyal dari sensor atau memberikan sinyal kendali ke berbagai komponen lain. Beberapa contoh penggunaan pin *output* antara lain untuk menyalakan dan mengatur tampilan LCD, menyalakan lampu, atau bahkan mengendalikan pergerakan motor DC. Kemampuan ini menjadikan ESP32 sebagai pilihan populer dalam berbagai pengembangan sistem otomatisasi dan perangkat pintar berbasis.

#### 6. *Maximum Power Point Tracker*

*Maximum power point tracker* merupakan peranti yang dimanfaatkan sebagai mengoptimalkan daya yang diperoleh dari berbagai sumber tenaga listrik (Kaware et al., 2018). Dalam penelitian ini alat ini digunakan sebagai alat penunjang pengoptimalan daya yang dihasilkan generator dc magnet *permanent*.

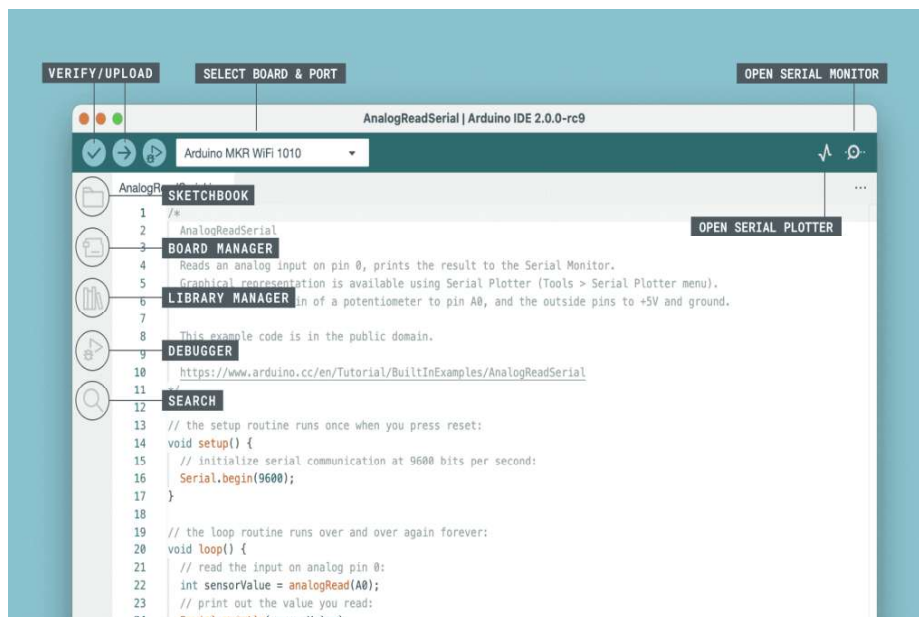


Gambar 2.6 *Maximum Power Point Tracker*

Sumber: <https://shorturl.at/mXZHF>

## 7. ArduinoIDE

Merupakan perangkat lunak untuk membuat sebuah program yang akan digunakan untuk membuat sebuah program atau pun perintah dan fungsi-fungsi dari Arduino atau ESP 32 sekalipun (Suriana et al., 2021).



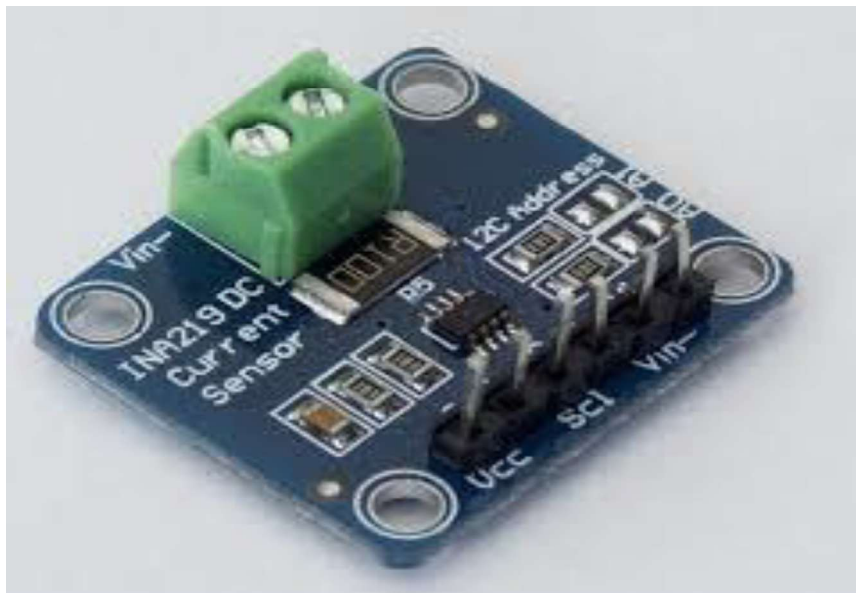
Gambar 2.7 Arduino IDE

Sumber: [Getting Started with Arduino IDE 2 | Arduino Documentation](#)



## 8. Sensor INA219

Sensor INA219 adalah modul sensor untuk memonitoring jumlah tegangan atau arus yang dihasilkan oleh suatu rangkain listrik. INA219 ini dilengkapi dengan *interface* 12C atau SMBUS-COMPATIBLE atau yang mana alat ini dapa membaca tegangan shunt dan pasokan tegangan bus, sebagai mengubah program *time* dan *filtering*.(Tri Monda & Santi Rudati, n.d.).



Gambar 2.8 INA219

Sumber: <https://shorturl.at/9ViVX>

## 9. Water Flow Sensor YF-S201

YF-S201, yang beroperasi menggunakan konsep elektromagnetik. Alat ini mengeluarkan pulsa listrik yang ditaksir untuk kuantitas jumlah air yang berjalan. Akan tetapi akuratnya YF-S201 bisa disebabkan oleh banyak hal diantaranya *pressure* dan suhu. Dan karena hal itu, diperlukan metode untuk membenarkan keakuratan pengukuran sensor YF-S201. (Ardhi et al., 2023).



Gambar 2.9 *Water Flow Sensor*

Sumber: <https://shorturl.at/CwYWA>

#### 10. Hubungan Daya dan Turbin

Koefisien tenaga merupakan faktor krusial dalam manajemen kincir fluida karena mengindikasikan jumlah tenaga angin yang diperoleh dikonversi dari energi gerak angin menggunakan rotor untuk menciptakan sumber tenaga. Faktor krusial dalam manajemen kincir fluida lantaran menunjukkan jumlah tenaga fluida yang bisa diubah dari tenaga gerak arus laut menggunakan penampang rotor untuk menciptakan tenaga. Efisien tenaga mempunyai pengaruh signifikan terhadap kinerja turbin, yang selanjutnya dipengaruhi oleh konstruksi turbin fluida dan prinsip konversi energi kinerja turbin fluida yang selanjutnya disebabkan oleh rancangan kincir fluida dan prinsip perubahan energi . Jumlah tenaga yang diperoleh kincir adalah tenaga poros turbin yang memperoleh energi dari arus fluida. Menentukan kekuatan Turbin Darius harus diketahui terlebih dahulu gaya vektor dan kecepatan yang ada pada turbin hidrofoil tersebut. Tenaga keluaran inti turbin adalah tenaga *output* yang diciptakan kincir. Catu daya

ini bisa digunakan ketika digunakan sebagai penghasil listrik , ia memutar generator. Itu dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

a. Daya Listrik

Daya listrik adalah energi yang diperoleh oleh putaran generator, daya keluaran yang dihasilkan generator disebabkan pada intensitas aliran dan voltase (Arya Nendra Nico & Eko Yohanes, 2023).

$$P = V \times I \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

$P$  = Daya Listrik (watt)

$V$  = Tegangan

$I$  = Arus (A)

b. Perbandingan rasio

Bagaimana suatu turbin dengan sudut penghasil tegangan di bandingkan perbedaan hasilnya antara kedua sudut paling tinggi dan paling rendah hasil konversi energi nya (Arya Nendra Nico & Eko Yohanes, 2023).

$$\frac{\text{Sudut dengan hasil tertinggi}}{\text{Sudut dengan hasil terendah}} = \text{Hasil rasio} \dots\dots\dots 2.2$$

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Jenis Penelitian**

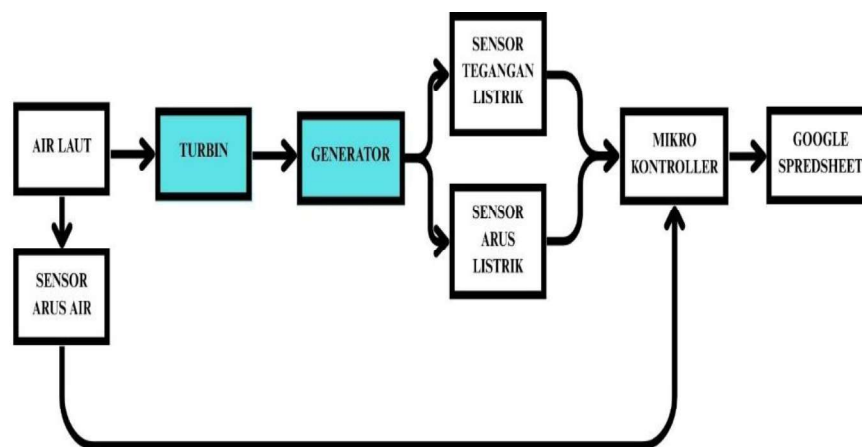
Dalam pembuatan karya ilmiah terapan ini, peneliti menerapkan metode penelitian *Research and Development* (RnD). Penelitian jenis ini bertujuan untuk mendapatkan hasil tertentu dan menguji efektivitas alat tersebut. Dengan analisis kebutuhan, penelitian ini dirancang untuk menciptakan alat dan menguji kebermanfaatannya yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat.

Dalam penelitian ini model Pengembangan yang digunakan yaitu model Pengembangan model *Research and Development* (RnD). Pengertian penelitian dan pengembangan menurut Borg & Gall (Risk Septia Wahyuningtyas, 2020) adalah suatu rencana yang digunakan untuk meningkatkan dan memvalidasi produk pendidikan.

Penelitian dan pengembangan dilaksanakan dengan model peningkatan berbasis industri, yang hasil temuannya digunakan sebagai desain produk dan prosedur, yang akan secara sistematis dilaksanakan uji lapangan dievaluasi, disempurnakan untuk menghasilkan kriteria keefektifan, kualitas, dan standar tertentu. Produk yang dikeluarkan dari penelitian dan peningkatan tidak selalu berwujud benda (*hardware*) , seperti buku, modul, alat bantu pembelajaran di kelas di laboratorium, tetapi bisa juga (*software*), seperti program komputer untuk pengolahan data.

## B. Perancangan Sistem

Perancangan sistem yang akan dibahas dalam penelitian ini. Mencakup beberapa komponen penting. Pertama, terdapat perancangan, penelitian dan pembuatan perangkat keras yang isinya adalah: turbin darrieus, Generator DC *Magnet permanent* 200 watt, baterai, dan mikrokontroler ESP32. Komponen-komponen ini diciptakan untuk bekerja berbarengan didalam sistem yang terintegrasi.



Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Sistem

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 3.1 Keterangan Blok Diagram Perancangan Sistem

Sumber: Dokumen Pribadi

| No. | Produk                     | Keterangan   |
|-----|----------------------------|--|
| 1   | Arus laut                  | Arus laut disini sebagai sumber utama energi yang akan menghasilkan tenaga listrik yang mana pada alat ini akan di simulasikan dengan pompa. |
| 2   | Sensor kecepatan arus laut | Alat ini digunakan untuk mengetahui berapa jumlah arus yang air yang mengalir dan kecepatannya.  |
| 3   | Turbin                     | Turbin berfungsi sebagai penangkap energi dari pergerakan arus laut yang di couple dengan generator.   |
| 4   | Generator                  | Generator Berfungsi sebagai penghasil tenaga listrik yang dihasilkan dari putaran turbin.  |
| 5   | Sensor Tegangan listrik    | Sensor ini sebagai pendeteksi seberapa jumlah tegangan listrik yang dihasilkan oleh alat.  |
| 6   | Sensor arus listrik        | Sensor ini bekerja sebagai mengetahui berapa jumlah arus listrik yang mengalir.  |
| 7   | Mikrokontroler             | Sebagai otak pengendali elektronik dan <i>internet of things</i> (IoT)   |
| 8   | Google Spreadsheet         | Sebagai pencatat data yang di hasilkan secara <i>real time</i> dengan basis internet.  |

Sistem ini memanfaatkan arus laut sebagai sumber energi yang menggerakkan turbin, lalu turbin memutar generator untuk menghasilkan tegangan listrik. Tegangan yang dihasilkan kemudian digunakan untuk mengisi baterai sebagai penyimpan energi. Sementara itu, sistem

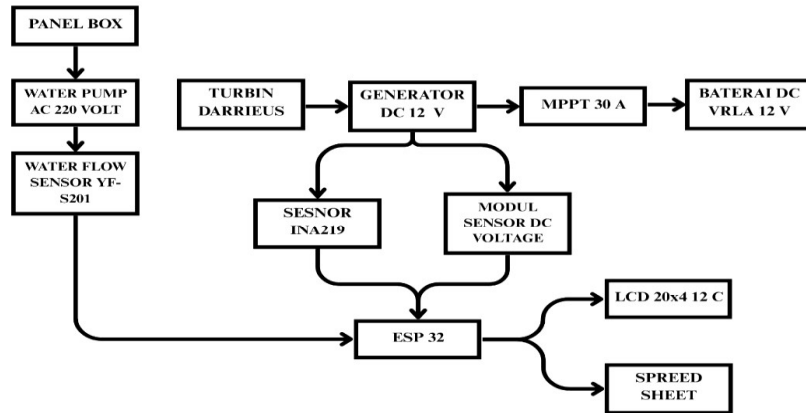
Monitoring bekerja dengan tiga jenis sensor: *Water Flow Meter* untuk mengukur laju arus laut, Sensor DC Volt untuk memantau tegangan keluaran dari generator, dan Sensor INA219 yang mengukur arus serta daya listrik. Semua data dari sensor-sensor ini dikirim ke mikrokontroler ESP32 yang bertugas mengolah dan mengirim data secara nirkabel ke *Spreadsheet Google Sheets* untuk pemantauan dan pencatatan data secara *real-time*. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya menghasilkan energi, tetapi juga mampu memantau performa pembangkit secara otomatis dan jarak jauh melalui integrasi IoT.

### C. Perancangan alat

Tujuan dari perancangan alat ini adalah untuk menghasilkan sistem pembangkit listrik tenaga arus laut yang terintegrasi dengan sistem monitoring berbasis IoT, guna memantau kinerja pembangkitan energi secara *real-time*. Sistem ini dirancang agar mampu mengubah energi kinetik dari aliran air laut menjadi tenaga listrik dengan menggunakan turbin dan generator, serta menyimpan tenaga tersebut ke baterai. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan sensor *Water Flow Meter*, sensor DC Volt, dan sensor INA219 yang memungkinkan pemantauan terhadap parameter penting seperti kecepatan aliran air, tegangan, arus, dan daya listrik. Data dari sensor kemudian dikirim ke ESP32 untuk diproses dan dikirimkan ke *Spreadsheet* secara otomatis, sehingga

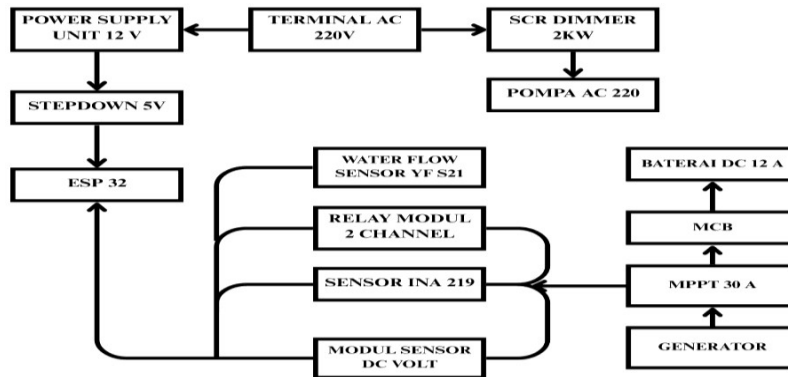
pengguna dapat memantau performa sistem dari jarak jauh. Untuk gambaran alat akan dijelaskan dengan *flowchart*, blok diagram dan *wiring diagram* berikut:

### 1. Blok Diagram



Gambar 3.2 Blok Diagram Alat

Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 3.3 Blok Diagram Panel

Sumber: Dokumen Pribadi

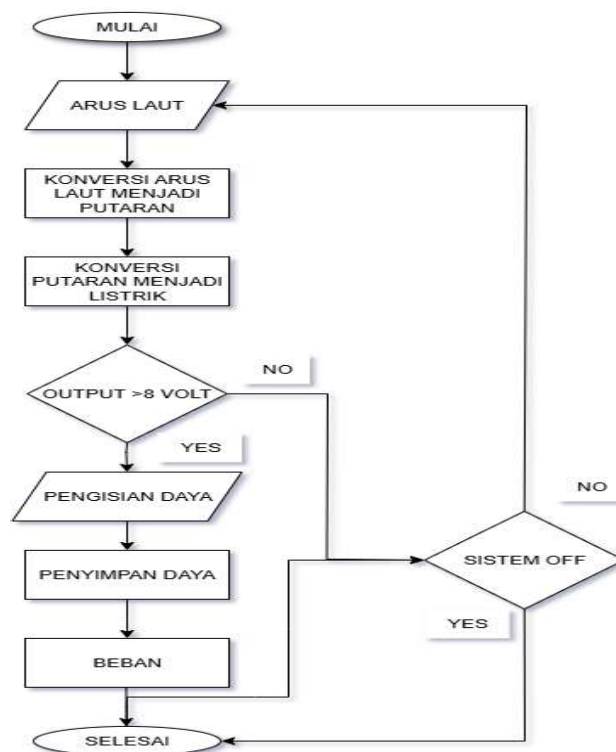
Tabel 3.2 Keterangan Blok Diagram Perancangan Alat

Sumber: Dokumen Pribadi

| No. | Produk                                    | Keterangan  |
|-----|---|---|
| 1.  | Turbin air <i>Darrieus</i> sumbu vertikal | Berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dari aliran air dengan menggunakan rotor yang berputar pada sumbu vertical.           |
| 2.  | Generator DC                              | Berfungsi untuk menghasilkan arus listrik searah dari sumber energi mekanik.  |
| 3.  | Baterai VRLA 12V                          | Berfungsi untuk menyediakan sumber daya listrik DC yang stabil dan dapat diandalkan.  |
| 4.  | MPPT 30A                                  | Berfungsi sebagai untuk mengoptimalkan pengambilan energi dari panel surya dengan menyesuaikan secara otomatis tegangan dan arus. |

| NO. | Produk                | Keterangan   |
|-----|-----------------------|--|
| 5.  | Microcontroller ESP32 | Berfungsi sebagai otak atau pusat pengendali dalam berbagai aplikasi elektronik dan iot ( <i>Internet of Things</i> ).   |
| 6.  | LCD 20x4 I2C          | Menggunakan antarmuka I2C untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler.   |
| 7.  | Step down             | Menurunkan tegangan listrik dari sumber daya ke tingkat yang lebih rendah, sehingga sesuai dengan kebutuhan perangkat atau komponen.   |
| 8.  | Sensor tegangan DC    | Mengirim sinyal ke sistem kontrol untuk memantau dan mengontrol tegangan.  |
| 9.  | INA219                | Adalah sebuah modul sensor arus dan tegangan DC yang menggunakan antarmuka I2C untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler dan menghitung daya listrik DC dengan menggunakan data arus dan tegangan. |
| 10. | YF-S201               | Adalah sensor arus air yang digunakan untuk mengetahui laju aliran air dalam suatu sistem.   |
| 11. | <i>Water pump</i>     | Berfungsi untuk mengatur, mengalirkan gelombang arus air dengan kecepatan dan tekanan yang sesuai dengan kebutuhan.  |
| 12. | <i>Box panel</i>      | Berfungsi membantu mengatur komponen elektronik dalam satu wadah yang rapi dan terorganisir, serta melindungi komponen sensitif dari kerusakan.  |

## 2. Flowchart Alat

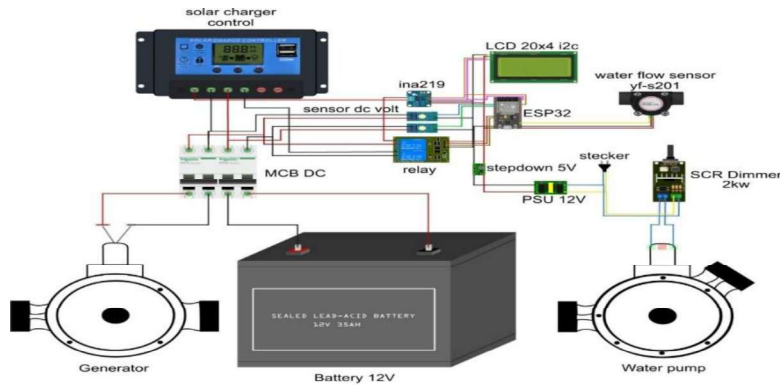


Gambar 3.4 Flowchart Alat

Sumber: Dokumen Pribadi



### 3. Wiring Diagram



Gambar 3.5 Wiring Diagram Alat

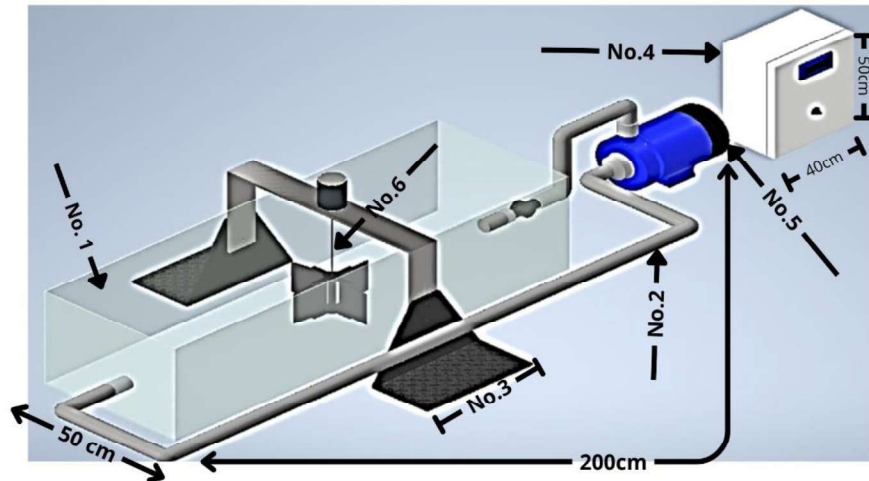
Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 3.3 Tabel Pin Penghubung Komponen Wiring

Sumber: Dokumen Pribadi

| No. | Komponen                                 | Pin pada Komponen    | Pin ESP32              | Keterangan                          |
|-----|--|----------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 1.  | LCD 20x4 I2C                             | SDA                  | GPIO 21                | I2C Data untuk LCD                  |
|     |  | SCL                  | GPIO 22                | I2C Clock untuk LCD                 |
| 2.  | INA219 (sensor arus/volt)                | SDA                  | GPIO 21                | Berbagi I2C dengan LCD              |
|     |  | SCL                  | GPIO 22                | Berbagi I2C dengan LCD              |
|     |  | VCC                  | 3.3V                   | Daya untuk sensor INA219            |
|     |  | GND                  | GND                    | Ground                              |
| 3.  | Water Flow Sensor YF-S201                | Sinyal (kuning)      | GPIO 27 (bisa diganti) | Pembacaan pulsa aliran air          |
|     |  | VCC                  | 5V (step-down)         | Daya sensor                         |
|     |  | GND                  | GND                    | Ground                              |
| 4.  | Relay Module                             | IN                   | GPIO 26                | Kontrol ON/OFF pompa via SCR        |
|     |  | VCC                  | 5V (step-down)         | Daya relay                          |
|     |  | GND                  | GND                    | Ground                              |
| 5.  | ESP32 Board                              | Vin / 5V             | Output dari step-down  | Catu daya 5V dari step-down         |
|     |  | GND                  | Ground sistem umum     | Semua GND harus terhubung           |
| 6.  | Sensor DC Volt (Voltage Divider / Modul) | OUT                  | GPIO 34(ADC)           | Input analog untuk membaca tegangan |
|     |  | GND                  | GND                    | Ground                              |
|     |  | VCC + (Dari baterai) | -                      | Tegangan yang diukur                |

#### 4. Desain Mekanik 3D



Gambar 3.6 Desain Mekanik 3D

Sumber: Dokumen Pribadi

Keterangan :

Akrilik : Panjang 150cm, lebar 50cm, tinggi 50cm, tebal 3mm.

Pipa : Diameter 2inc

Mounting : Tebal plat 3mm, Tinggi 30cm, Lebar 21cm

Panel Box : Tinggi 50cm Lebar 40cm

Pompa : Pompa AC 220 volt

Shaft Turbin : Diameter 6mm

Seluruh peralatan dan bahan yang dimanfaatkan dalam penelitian ini didesain khusus sesuai dengan diagram blok yang dapat ditemukan pada gambar 3.2 Diagram blok ini memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana setiap komponen saling terhubung dan berinteraksi secara sinergis untuk mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Maka dari itu rancangan diatur seperti yang diharapkan, dan rancangan komponen yang dilakukan pada penelitian ini membutuhkan pengujian berkala untuk mendapatkan pembacaan sensor arus dan tegangan yang akurat.

#### D. Perencanaan Pengujian

##### 1. Waktu dan tempat pengujian

Penelitian dilakukan oleh peneliti diluar jam kuliah agar tidak mengganggu jalannya perkuliahan agar tidak mengganggu jalannya penelitian. Untuk tempatnya sendiri peneliti menggunakan bengkel dan fasilitas yang ada di Politeknik Pelayaran Surabaya.

##### 2. Rencana uji coba

Untuk menghasilkan data penelitian, pengujian alat dilaksanakan dengan pengujian yaitu:

###### a. Uji Statis

Pengujian dilaksanakan dengan menguji setiap komponen alat berdasarkan spesifikasi produk dan fungsi masing-masing. Tujuannya adalah menentukan apakah dari komponen alat bisa beroperasi dengan optimal dan memenuhi fungsinya secara baik. Seperti pembacaan oleh sensor-sensor seperti sensor tegangan listrik, sensor arus listrik, alat penunjang seperti turbin, dan alat kelistrikan lainnya.

###### b. Uji Dinamis

Uji dinamis seluruh komponen di rangkai menjadi satu yang harus diperhatikan dengan cermat. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat yang dikembangkan dan mencatat hasil pengukuran dalam tabel. Sebanyak 30 kali uji coba akan dilakukan untuk memastikan akurasi alat tersebut dan mengetahui seberapa efisien dari kemiringan sudut *blade*.