

**PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT  
(PLTAL) MENGGUNAKAN TURBIN SUMBU VERTIKAL  
TIPE DARRIEUS**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Egi Riansyah : NIRM. 1051805  
Puteri Islamega Taufani : NIRM. 1051820

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

### JUDUL PROYEK AKHIR

PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT (PLTAL)  
MENGUNAKAN TURBIN SUMBU VERTIKAL TIPE DARRIEUS

Oleh :

Egi Riansyah : NIRM. 1051805

Puteri Islamega Taufani : NIRM. 1051820

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Yudhi, M.T

Pembimbing 2



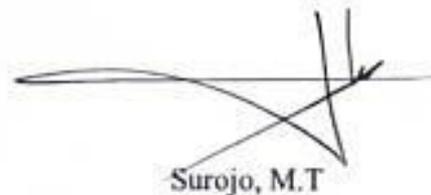
Zanu Saputra, M.Tr.T

Penguji 1



Ocsirendi, M.T

Penguji 2



Surojo, M.T



## ABSTRAK

Pemasukkan energi listrik di Indonesia mengandalkan energi fosil, yang merupakan energi yang tidak terbarukan. Dimana seiring waktu produksi energi ini akan berkurang dan meningkatnya kerusakan alam. Karena itu, dibutuhkan pemanfaatan energi terbarukan seperti energi arus laut, dimana potensi energi ini dalam menghasilkan daya listrik di Indonesia sebesar 17,9 GW. Potensi ini dimanfaatkan untuk pembuatan prototipe pembangkit listrik tenaga arus laut (PLTAL), dimana keutamaan dari prototipe ini menggunakan generator DC magnet permanen yang memiliki keunggulan dapat dioperasikan tanpa perlu memperhatikan kestabilan frekuensi, sehingga tidak membutuhkan governor. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis daya yang dihasilkan oleh generator DC magnet permanen dengan nilai rpm yang didapat dari motor DC yang nantinya akan dijadikan acuan pada prototipe PLTAL. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif, dengan melakukan studi pustaka, perancangan dan penyusunan konsep kerja alat, uji coba alat dan pengambilan data, dan tahap terakhir adalah analisis. Daya minimum yang dihasilkan oleh generator magnet permanen dengan sumber dari putaran motor DC sebesar 1,55 Watt dan daya maksimum yang dihasilkan sebesar 12,87 Watt. Desain dari generator DC magnet permanen dengan menggunakan magnet bahan Neodymium (NdFeB) yang disusun rapat mengelilingi rotor lebih dapat menghasilkan medan magnet induksi yang kuat dalam mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik lebih efektif dari pada desain generator AC double rotor magnet permanen.

Kata Kunci: Generator DC Magnet Permanen, Daya, Energi Arus Laut, PLTAL

## ABSTRACT

*The entry of electrical energy in Indonesia relies on fossil energy, which is non-renewable energy. Where over time this energy production will decrease and increase natural damage. Therefore, it is necessary to use renewable energy such as ocean current energy, where the potential of this energy in generating electrical power in Indonesia is 17.9 GW. This potential is used to manufacture a prototype of a marine current power plant (PLTAL), where the advantage of this prototype is to use a permanent magnet DC generator which has the advantage that it can be operated without paying attention to frequency stability, so it does not need a governor. The purpose of this study is to analyze the power generated by a permanent magnet DC generator with the rpm value obtained from a DC motor which will later be used as a reference in the PLTAL prototype. The research method used is a quantitative method, by conducting a literature study, designing and compiling the working concept of the tool, testing the tool and collecting data, and the last stage is analysis. The minimum power generated by a permanent magnet generator with a source from a DC motor rotation is 1.55 Watt and the maximum power generated is 12.87 Watt. The design of a permanent magnet DC generator using Neodymium (NdFeB) magnets arranged tightly around the rotor can produce a strong induced magnetic field in converting mechanical energy into electrical energy more effectively than the design of a permanent magnet double rotor AC generator.*

*Keywords: Permanent Magnet DC Generator, Power, Ocean Current Energy, PLTAL*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Esa karena atas rahmat, karunia dan ridho-Nya jugalah penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan proyek akhir yang berjudul “Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) Menggunakan Turbin Sumbu Vertikal Tipe Darrieus” tepat pada waktunya.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun penulisan ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada yang terhormat:

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan dukungan sarana dan prasarana yang ada di kampus Polmanbabel.
2. Bapak Muhammad Iqbal Nugraha, M.Eng., selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika yang selalu ada dalam menerima aspirasi mahasiswa Polmanbabel terkhusus mahasiswa dari Jurusan Teknik Elektro dan Informatika.
3. Bapak Indra Dwisaputra, M.T., selaku Kepala Program Studi Jurusan Teknik Elektro dan Informatika yang selalu ada dalam menerima aspirasi mahasiswa Polmanbabel terkhusus mahasiswa dari Jurusan Teknik Elektro dan Informatika.
4. Sekretaris Jurusan
5. Bapak Yudhi, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan arahan, dukungan dan bimbingan dalam pelaksanaan dan pembuatan Proyek Akhir ini hingga selesai.
6. Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan saran dan solusi dari berbagai masalah yang didapatkan selama proses pelaksanaan dan pembuatan Proyek Akhir ini.
7. Komisi Tugas Akhir dan seluruh staf dosen Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

8. Orang Tua dan keluarga dari kedua penulis yang telah memberikan dukungan, doa dan kebutuhan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan kerja praktik ini banyak terdapat kekurangan. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan penulisan pada masa yang akan datang.

Akhir kata Penulis berharap laporan proyek akhir ini dapat berguna bagi semua pihak, khususnya bagi mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung khususnya Jurusan Teknik Elektronika dan Informatika.



Sungailiat, 24 Januari 2022

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Proyek Akhir.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Proyek Akhir.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1. Energi Arus Laut .....	4
2.1.1. Arus Laut .....	4
2.1.2. Arus Pasang Surut.....	5
2.1.3. Pasang Surut .....	5
2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut .....	6
2.2.1. Definisi Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut.....	6
2.2.2. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut.....	6
2.2.3. Kelebihan dan Kekurangan Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut .....	7
2.2.4. Konsep Fisika Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut.....	8
2.3. Dasar Rancangan Pembangkit Listrik .....	9
2.4. Komponen Kontruksi Pembangkit Listrik Arus Laut.....	10

2.4.1. Poros .....	10
2.4.2. Turbin Arus Laut .....	11
2.4.3. Gear box .....	11
2.5. Komponen Elektrik Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut.....	12
2.5.1. Generator DC Magnet Permanen .....	12
2.5.2. Baterai/Akumulator .....	14
2.5.3. Maksimum Power Point Tracker .....	16
2.5.4. Arduino Mega 2560.....	16
2.5.5 Non-Inverting Buck Boost Converter.....	17
2.6. Monitoring PLTAL Berbasis IoT .....	17
2.6.1. Internet of Thing (IoT).....	17
2.6.2. Node MCU ESP8266.....	18
2.6.3. Software Blynk .....	20
2.6.4 Software Arduino IDE.....	21
2.6.5. Voltage Sensor.....	22
2.6.6. ACS712-30A Current Sensor .....	23
2.6.7. Arduino Rotary Encoder KY-040.....	24
2.6.8. LCD 20x4 .....	26
2.6.9. I2C .....	26
2.6.10. Relay.....	27
<b>BAB III METODE PELAKSANAAN .....</b>	<b>28</b>
3.1. Tempat dan Waktu .....	28
3.2. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	28
3.3. Flowchart Perancangan dan Pembuatan Alat.....	29
3.4. Prosedur Pelaksanaan.....	31
3.1.1. Tahap Penelitian Lapangan.....	31
3.1.2. Tahap Perencanaan .....	31
3.1.3. Tahap Pengembangan.....	33
3.1.4. Tahap Implementasi.....	34
3.1.5. Produk Akhir .....	34
3.5. Pembuatan Laporan Proyek Akhir .....	35

BAB IV PEMBAHASAN.....	36
4.1. Prinsip Kerja Alat.....	36
4.2. Pembuatan Kontruksi PLTAL.....	36
4.3. Desain Kontruksi PLTAL .....	39
4.4. Hasil Uji Coba Dalam Skala Lab .....	39
4.4.1. Data Hasil Uji Coba Skala Lab.....	39
4.4.2. Analisa Hasil Uji Coba Skala Lab .....	43
4.4.3. Data Perbandingan.....	43
4.4.4. Analisa Data Secara Keseluruhan.....	45
BAB V PENUTUP.....	47
5.1. Kesimpulan.....	47
5.2. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA .....	49
LAMPIRAN.....	53



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2. 1</b> Arah Arus Laut di Indonesia.....	4
<b>Gambar 2. 2</b> Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut.....	6
<b>Gambar 2. 3</b> Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut .....	7
<b>Gambar 2. 4</b> Poros .....	10
<b>Gambar 2. 5</b> Turbin Arus Laut .....	11
<b>Gambar 2. 6</b> Gear Box .....	12
<b>Gambar 2. 7</b> Generator Magnet Permanent .....	13
<b>Gambar 2. 8</b> Sel Aki .....	14
<b>Gambar 2. 9</b> Arduino Mega 2560.....	16
<b>Gambar 2. 10</b> Konsep dan Cara Kerja IoT.....	18
<b>Gambar 2. 11</b> Node MCU ESP8266.....	19
<b>Gambar 2. 12</b> Skematik Pin Pada Board NodeMCU ESP8266.....	19
<b>Gambar 2. 13</b> Sistem Kerja Blynk.....	20
<b>Gambar 2. 14</b> Tampilan Software Arduino IDE.....	21
<b>Gambar 2. 15</b> Modul Sensor Tegangan.....	22
<b>Gambar 2. 16</b> Modul Sensor Arus ACS712-30A .....	23
<b>Gambar 2. 17</b> Arduino Rotary Encoder KY-040.....	24
<b>Gambar 2. 18</b> Gelombang Pembukaan dan Penutupan dari Rotary Encoder .....	25
<b>Gambar 2. 19</b> Pin KY-040 .....	25
<b>Gambar 2. 20</b> LCD 20x4 .....	26
<b>Gambar 2. 21</b> I2C .....	27
<b>Gambar 2. 22</b> Relay.....	27
<b>Gambar 3. 1</b> Lokasi Penerapan Teknologi .....	28
<b>Gambar 3. 2</b> <i>Flowchart</i> Perancangan dan Pembuatan Alat.....	30
<b>Gambar 3. 3</b> Prinsip Kerja Alat .....	32
<b>Gambar 3. 4</b> Desain Kontruksi Alat .....	32
<b>Gambar 3. 5</b> Blok Diagram Sistem Kontrol .....	33

<b>Gambar 4. 1</b> Blok Diagram Cara Kerja PLTAL.....	36
<b>Gambar 4. 2</b> Peletakkan Generator.....	37
<b>Gambar 4. 3</b> Base Turbin.....	37
<b>Gambar 4. 4</b> Shaft Pelindung Bearing.....	37
<b>Gambar 4. 5</b> Kerangka untuk Sistem Terapung .....	38
<b>Gambar 4. 6</b> Penggabungan Komponen.....	38
<b>Gambar 4. 7</b> Pengecatan .....	38
<b>Gambar 4. 8</b> Kontruksi Alat .....	39
<b>Gambar 4. 9</b> Desain Baling-Baling Turbin.....	39
<b>Gambar 4. 10</b> Hasil Uji Coba Generator Magnet Permanent.....	41
<b>Gambar 4. 11</b> Pengukuran Nilai RPM dengan Tachometer .....	41
<b>Gambar 4. 12</b> Pengukuran Tegangan dengan Multitester .....	41
<b>Gambar 4. 13</b> Grafik Tegangan Keluaran.....	42
<b>Gambar 4. 14</b> Grafik Arus Keluaran .....	42
<b>Gambar 4. 15</b> Grafik Daya Keluaran.....	42
<b>Gambar 4. 16</b> Desain Kontruksi Generator AC.....	44
<b>Gambar 4. 17</b> Kontruksi Generator AC.....	45
<b>Gambar 4. 18</b> Kontruksi Rotor .....	45

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2. 1</b> Daftar Referensi Dasar Rancangan .....	9
<b>Tabel 2. 2</b> Spesifikasi Arduino Mega 2560 .....	16
<b>Tabel 2. 3</b> Spesifikasi NodeMCU ESP8266.....	19
<b>Tabel 2. 4</b> Spesifikasi Sensor Tegangan .....	23
<b>Tabel 2. 5</b> Spesifikasi Sensor Arus ACS712 .....	23
<b>Tabel 2. 6</b> Spesifikasi Encoder KY-040 .....	25
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Uji Coba Generator Magnet Permanent Tanpa MPPT.....	40
<b>Tabel 4. 2</b> Hasil Uji Coba Generator Magnet Permanent Menggunakan MPPT .	40
<b>Tabel 4. 3</b> Data Perbandingan Uji Coba.....	44



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Energi listrik merupakan energi sangat dibutuhkan oleh dunia. Berdasarkan hasil prognosis konsumsi listrik per-kapita nasional pada tahun 2020 di Indonesia mencapai 1.089 kWh [1]. Kebutuhan listrik selalu meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan pembangunan setiap tahunnya. Namun, peningkatan ini tidak diimbangi dengan daya listrik yang dihasilkan. Pemasukan listrik di Indonesia hanya mengandalkan dari energi fosil. Tidak selamanya energi tersebut mencukupi kebutuhan listrik di Indonesia, karena seiring waktu produksi energi fosil berkurang dan meningkatnya kerusakan lingkungan akibat penggunaan energi fosil berlebihan dan terus-menerus [2].

Akibatnya, cadangan listrik tidak dapat menutupi jumlah kebutuhan tersebut. Dan, terjadilah pemadaman pada permukiman masyarakat yang merugikan. Suatu inovasi baru sebagai solusi permasalahan tersebut adalah pemanfaatan sumber energi terbarukan (EBT) yaitu energi arus laut, dimana energi ini dihasilkan oleh energi kinetik pasang surut, tiupan angin atau perbedaan densitas dan pergerakan dari gelombang laut. Hal ini menunjukkan bahwa tenaga arus laut lebih unggul dari pada pembangkit listrik lainnya karena tidak bergantung pada perubahan iklim. Tenaga arus laut adalah massa air laut yang bergerak secara vertikal maupun horizontal sehingga membentuk gerakan seimbang yang sangat luas. Penggunaan tenaga arus laut ini juga terbilang murah dan relatif mudah untuk diaplikasikan [3].

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya mengenai pemanfaatan energi arus laut ini telah menunjukkan bahwa potensi Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) memiliki manfaat besar dan dapat digunakan dalam jangka panjang. Potensi besar terhadap tenaga arus laut ini dapat dilakukan pengembangan terhadap penelitian yakni pembuatan prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut dengan menggunakan turbin sumbu vertikal dengan sudu tipe darrieus yang nantinya akan

diimplementasikan di bidang perikanan yang tertuju kepada pihak nelayan dalam membantu pemasukan daya listrik di laut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berikut rumusan masalah dari pembuatan dan pelaksanaan proyek akhir ini:

1. Bagaimana mendesain dan membangun prototipe pembangkit listrik tenaga arus laut menggunakan turbin sumbu vertikal tipe darrieus?
2. Bagaimana mendesain dan membuat sistem penyimpanan data logger untuk monitoring daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga arus laut?
3. Bagaimana cara mengetahui efisiensi penggunaan turbin sumbu vertikal tipe darrieus dan generator terhadap daya output pembangkit listrik tenaga arus laut?

## **1.3 Tujuan Proyek Akhir**

Proyek akhir ini bertujuan untuk mencapai beberapa hal dalam kaitannya dengan pelaksanaan dan pembuatan proyek akhir, yaitu:

1. Mendesain dan membangun prototipe pembangkit listrik tenaga arus laut menggunakan turbin sumbu vertikal tipe darrieus.
2. Mendesain dan membuat sistem penyimpanan data logger untuk monitoring daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga arus laut.
3. Mengetahui efisiensi penggunaan turbin sumbu vertikal tipe darrieus dan generator terhadap daya output pembangkit listrik tenaga arus laut.

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam pelaksanaan dan pembuatan proyek akhir ini adalah:

1. Prototipe pembangkit listrik tenaga arus laut menggunakan turbin sumbu vertikal dengan tipe H-Darrieus
2. Prototipe pembangkit listrik tenaga arus laut di desain model terapung.
3. Arduino digunakan untuk kontrol daya listrik yang dihasilkan serta pengambilan data dengan sistem penyimpanan data logger.

4. Prototipe pembangkit listrik tenaga arus laut menghasilkan daya maksimal sebesar 100 Watt.

### **1.5 Manfaat Proyek Akhir**

Manfaat pelaksanaan dan pembuatan proyek akhir ini, yaitu:

1. Menghasilkan suatu inovasi baru di bidang teknologi sebagai penghasil energi listrik yang terbarukan.
2. Menghasilkan produk yang ramah lingkungan yang tidak menghasilkan emisi dan polusi terhadap pemanasan global.
3. Penelitian dan Proyek Akhir ini dapat digunakan sebagai referensi bagi peneliti atau mahasiswa lain dalam pengembangan lebih lanjut.

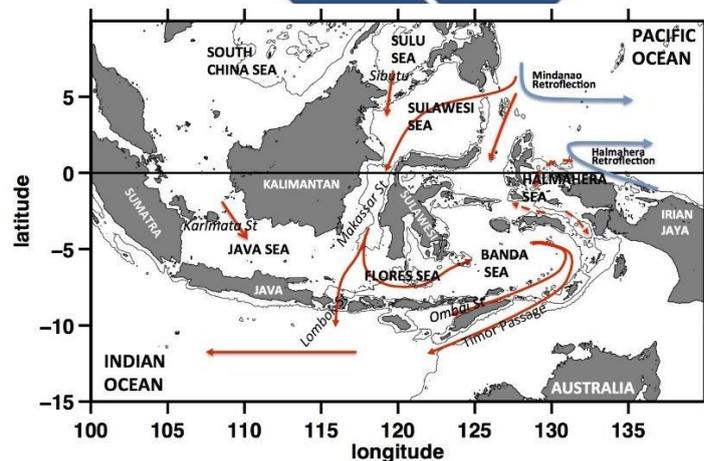


## BAB II DASAR TEORI

### 2.1. Energi Arus Laut

#### 2.1.1. Arus Laut

Arus laut adalah pergerakan massa air laut yang bergerak secara vertikal ataupun horizontal dari satu tempat ke tempat lain. Pergerakan tersebut merupakan gabungan dari beberapa gaya yang bekerja dan mempengaruhi gerakan energi arus laut. Faktor gaya yang mempengaruhi pergerakan arus laut yaitu gaya gravitasi, gaya gesekan dan gaya Coriolis [4]. Arus laut merupakan energi yang ramah lingkungan dan terbarukan. Energi kinetik yang dimiliki oleh energi arus laut dapat digunakan dalam menggerakkan rotor pada turbin pembangkit listrik. Secara global, potensi dari energi laut di dunia sangat besar yang mencapai total  $2,8 \times 10^{14}$  (280 Triliun) Watt-jam [5]. Potensi energi ini di Indonesia sendiri sebesar 17,9 GW yang mana jika disejajarkan sama dengan kapasitas pembangkit listrik yang ada di Jawa-Bali sebesar 53,3% nya namun pemanfaatannya masih sangat minim [6].



**Gambar 2. 1** Arah Arus Laut di Indonesia

*Sumber: <https://bit.ly/3oIOM4n>*

Arus laut dibedakan berdasarkan kedalamannya yang dibagi menjadi dua yaitu arus atas dan arus bawah. Arus atas adalah pergerakan massa air laut pada

permukaan yang bergerak secara horizontal dan dibantu dengan pola persebaran angin. Tenaga angin yang mempengaruhi pergerakan massa air permukaan tersebut sebesar 2% dari kecepatan angin pada biasanya. Kecepatan arus laut akan berkurang sesuai dengan kedalaman air laut yang diukur dari permukaan, karena tenaga angin tidak berpengaruh lagi pada kedalaman 200 meter. Sedangkan arus bawah adalah arus yang bergerak di bawah permukaan laut arah pergerakannya mendatar, tidak dipengaruhi oleh pola sebaran angin dan membawa massa air dari daerah kutub ke daerah ekuator [4].

### **2.1.2. Arus Pasang Surut**

Arus pasang surut merupakan pergerakan massa air laut yang mengalir dari permukaan yang lebih tinggi ke permukaan yang lebih rendah dimana arus pasang surut ini dominan ditemukan pada perairan teluk yang memiliki karakteristik pasang (*flood*) dan surut (*ebb*). Ketika gelombang pasang surut tiba memasuki perairan dangkal, seperti pinggir pantai, muara sungai atau teluk, maka akan terjadi rekasi-aksi antara air laut perairan dangkal terhadap perairan lepas. Permukaan air laut senantiasa berubah-ubah setiap saat karena gerakan pasang surut, keadaan ini juga terjadi pada tempat-tempat sempit seperti teluk dan selat, sehingga menimbulkan arus pasang surut (*Tidal current*). Gerakan arus pasang surut dari laut lepas yang tiba di perairan pantai akan mengalami perubahan kecepatan dan nilai lainnya, faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah berkurangnya kedalaman [4].

### **2.1.3. Pasang Surut**

Pasang surut terjadi akibat adanya gaya tarik pada matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi dan juga dipengaruhi oleh pergerakan rotasi bumi. Pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar dari pada pengaruh gaya tarik matahari hal ini dikarenakan jarak bulan terhadap bumi lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi [7]. Menurut Dronkers (1964), "Pasang surut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang

diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan” [4].

## **2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut**

### **2.2.1. Definisi Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut**

Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) merupakan teknologi yang memanfaatkan energi arus laut sebagai sumber energi listrik dimana melalui beberapa tahap dalam mengkonversi energi, arus laut merupakan energi kinetik yang digunakan untuk menggerakkan sudu turbin, dimana sudu turbin akan menggerakkan rotor pada *electrical generator* untuk mengubah energi kinetik menjadi energi listrik, energi listrik tersebut akan dialirkan ke akumulator dan ke beban (lampu) [8]. Pada dasarnya pembangkit listrik tenaga arus laut ini mengadopsi prinsip kerja konversi energi angin yang telah berkembang, karena dalam perancangan sistem dan konstruksi tidak jauh berbeda dengan sistem konversi energi angin menjadi listrik, hanya saja diterapkan di medan yang berbeda.



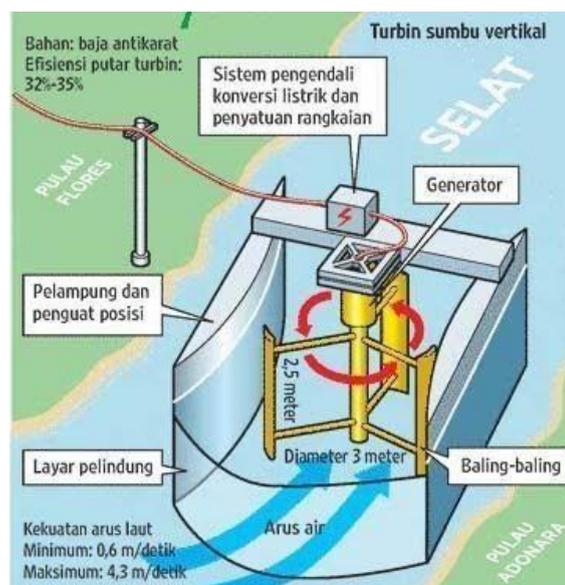
**Gambar 2. 2** Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut

*Sumber: bit.ly/2Wrz4kc – Google Search*

### **2.2.2. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut**

Pergerakan massa air laut yang bergerak secara vertikal ataupun horizontal dari satu tempat ke tempat lain. Pergerakan yang dilakukan oleh massa air laut

yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan faktor lainnya menimbulkan energi kinetik, energi ini yang akan memberikan tenaga untuk memutar sudu turbin pembangkit listrik dan menggerakkan rotor pada generator [9]. Berputarnya turbin pembangkit listrik arus laut kan menggerakkan gearbox untuk melipatgandakan jumlah rpm yang akan dialirkan ke *electrical generator*, generator akan menghasilkan energi listrik yang nantinya akan distabilkan menggunakan MPPT 12V dan kemudian listrik disimpan dalam baterai atau disalurkan pada beban (lampu). Pengembangan teknologi terhadap energi arus laut sangat menarik karena sifatnya yang relatif stabil, periodik, dan dapat diprediksi, baik pola maupun karakteristiknya.



**Gambar 2. 3** Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut

*Sumber: <https://bit.ly/3nvYRSY>*

### 2.2.3. Kelebihan dan Kekurangan Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut

Adapun kelebihan dan kekurangan dari pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut yaitu:

Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut: [5]

1. Energi yang dapat diperoleh secara gratis hanya dengan memanfaatkan keadaan alamiah dari arus laut.

2. Tidak membutuhkan bahan bakar.
3. Biaya operasional dan perawatannya rendah.
4. Dapat menghasilkan daya listrik yang cukup besar.
5. Pembangkit listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) bersifat relatif stabil, periodik dan dapat diprediksi pola atau karakteristiknya.
6. Dapat digunakan untuk peralatan sensor jarak jauh seperti alat pengukur tinggi gelombang laut (tsunami).

Kekurangan Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut: [5]

1. Turbin berputar berdasarkan adanya arus yang melewati blade turbin, sedangkan saat tidak terdapat arus maka blade tidak berputar dan tidak menghasilkan energi listrik.
2. Biaya produksi awal yang mahal dikarenakan proses instalasi yang rumit dan jumlah turbin yang banyak.

#### 2.2.4. Konsep Fisika Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut

Dalam pengembangan teknologi konversi energi arus laut ini dilakukan dengan mengadaptasi prinsip teknologi konversi energi dari angin yang telah lebih dulu berkembang yaitu dengan mengubah energi kinetik dari arus laut menjadi energi rotasi dan energi listrik. Terdapat formula yang dibuat secara matematis dalam perhitungan kapasitas daya yang dihasilkan oleh suatu aliran fluida (air laut) yang dirumuskan sebagai berikut: (Fraenkel, 1999, 2002 dalam Husain and Widianingrum, 2020):

$$P = \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

P = daya listrik yang dihasilkan (watt)

$\rho$  = rapat massa air (kg/m<sup>3</sup>)

A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

V = kecepatan (m/s)

Luas penampang yang dimaksud adalah luas penampang turbin yaitu tinggi turbin x diameter turbin, dimana daya yang dihasilkan bukan hanya tergantung dengan kecepatan arus saja namun ukuran dari turbin juga berpengaruh pada daya

yang dihasilkan. Dalam konversi energi laut, tidak semua energi yang ada di laut dapat dikonversikan menjadi energi listrik, dengan salah satunya yang dapat dikonversikan ke energi listrik adalah energi arus laut.

### 2.3. Dasar Rancangan Pembangkit Listrik

Berikut beberapa referensi dasar acuan dan rancangan dari penulisan dan pembuatan pembangkit listrik tenaga arus laut yang menjadi sebuah perbandingan dan pengembangan dalam proyek akhir ini.

**Tabel 2. 1** Daftar Referensi Dasar Rancangan

[10] Malau, Budiarto and Hadi, 2018	Analisa Turbin Tipe H-Rotor Guna Meningkatkan Output Daya Listrik Pada Perencanaan Pembangunan PLTAL Di Selat Pantar
[5] Purba and Harlan, 2020	Analisa Aplikasi Turbin Kobold Blade Kembar Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut
[11] Prayoga and Permatasari, 2019	Perancangan dan Pemodelan Turbin Darrieus untuk Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL)
[12] Hidayat, 2020	Perancangan Dan Pembuatan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Arus Air Dan Pengujian Variasi Jumlah Sudu Turbin Darrieus

Berdasarkan data dari referensi jurnal penelitian yang menjadi dasar dalam perancangan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) Menggunakan Turbin Sumbu Vertikal Tipe Darrieus maka penulis simpulkan beberapa hasil dari penelitian sebelumnya yang menjadi bagian perancangan pembangkit listrik ini.

1. Dari penelitian milik (Malau, Budiarto and Hadi, 2018) ini penulis dapat menentukan jumlah blade pada turbin yang akan dibuat dimana dengan jumlah 4 blade dan sudu serang 5°.
2. Dari penelitian milik (Purba and Harlan, 2020) ini penulis dapat merancang sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut yang dirancang

mengapung dengan menggunakan ponton, namun pada penelitian penulis akan mengubah skala yang lebih kecil agar sistem dari pembangkit listrik terapung.

3. Dari penelitian milik (Prayoga and Permatasari, 2019) ini penulis dapat menentukan kapasitas maksimum dari prototype yaitu 100 Watt serta ukuran dari turbin, putaran turbin dan juga efisiensi turbin.
4. Dari penelitian (Hidayat, 2020) ini penulis dapat mengetahui bahwa penggunaan 4 blade dapat menghasilkan daya yang optimal dikarenakan mampu self starting pada kecepatan aliran 0,77 m/s pada sudut  $0^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ , dan  $15^{\circ}$  dan putaran turbin akan meningkat seiring meningkatnya kecepatan aliran.

## 2.4. Komponen Kontruksi Pembangkit Listrik Arus Laut

### 2.4.1. Poros



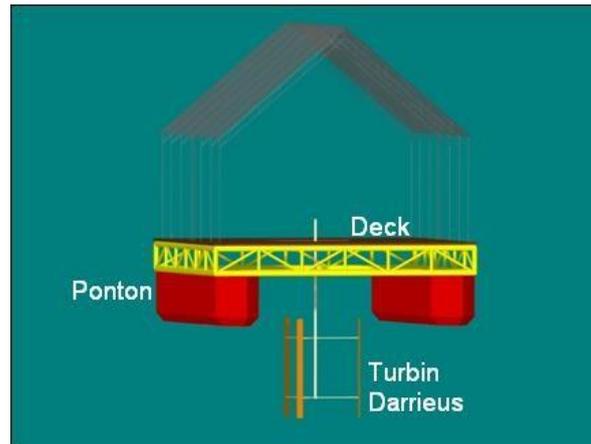
**Gambar 2. 4** Poros

*Sumber: <https://bit.ly/3qPnUCi>*

Poros merupakan suatu bagian stasioner yang berputar, dimana komponen ini digunakan untuk mentransmisikan gerak berputar dan daya. Poros merupakan salah satu komponen terpenting pada rancang bangun pembangkit listrik tenaga arus laut ini, hal ini dikarenakan poros akan menyalurkan gaya putar dari energi

kinetik yang berhasil memutar sudu turbin menuju gearbox yang akan menggerakkan rotor pada *electrical generator* [13].

#### 2.4.2. Turbin Arus Laut



**Gambar 2. 5** Turbin Arus Laut

Sumber: <https://pltal.wordpress.com/>

Turbin arus laut adalah alat untuk mengubah energi kinetik air menjadi menjadi energi mekanik. Turbin arus laut ini memiliki baling-baling (*blade*) atau sudu dimana energi arus laut pertama-tama akan menggerakkan sudu tersebut sehingga ada energi mekanik yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Perkembangan dalam teknologi turbin ini dimulai sejak abad XIX yang hingga saat ini terus melakukan pengembangan [14].

#### 2.4.3. Gear box

Gearbox merupakan suatu komponen dari suatu mesin yang terdiri dari rumah untuk roda gigi. Komponen ini berfungsi untuk memindahkan tenaga penggerak pada mesin yang ingin digerakkan seperti tenaga yang dihasilkan oleh sudu turbin diteruskan melalui poros ke gearbox dan kemudian dari gearbox disalurkan ke generator. Gearbox juga dapat melipatgandakan putaran sesuai dengan spesifikasi gearbox masing-masing [15].



**Gambar 2. 6** Gear Box

*Sumber: <https://bit.ly/3oL7w34>*

## **2.5. Komponen Elektrik Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut**

### **2.5.1. Generator DC Magnet Permanen**

Generator DC magnet permanen ini memiliki peranan penting dalam mengkonversi energi arus laut, dimana jika sebuah bahan magnetic mengalami gaya permagnetan yang kuat, maka domain-domain gaya magnet akan tersusun di arah yang sama yaitu dimana kutub utara merupakan pintu masuknya gaya magnet yang tiba dan kutub selatan adalah tempat keluarnya gaya tersebut [16]. Namun ada keutamaan tersendiri dari generator magnet permanen ini yaitu bila gaya magnet dihilangkan, maka sebagian besar domainnya tetap berada dalam arah yang teratur sesuai pada jalurnya sendiri yang mana hal ini merupakan prinsip kerja generator magnet permanen. Generator magnet permanen ini tidak perlu menggunakan inverter tambahan lagi untuk mengubah AC ke DC, karena generator ini telah dirancang untuk arus dan tegangan DC. Pada generator magnet permanen, magnet ditempatkan di dinding rotor yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan akan menginduksi kumparan-kumparan pada bagian stator, sehingga diujung-ujung koil stator akan timbul GGL induksi. Hal ini sesuai dengan Hukum Faraday yang dirumuskan sebagai berikut:

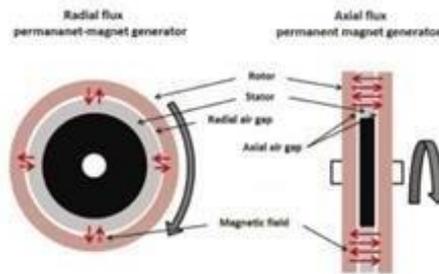
$$e = -N(d\phi)/dt \dots\dots\dots ( 2 )$$

Dengan:

N = jumlah kumparan

$d\phi/dt$  = perubahan fluks terhadap waktu

GGL induksi yang berlawanan arah dengan arah fluks akan menimbulkan arus induksi sesuai dengan Hukum Lenz.



**Gambar 2.7** Generator Magnet Permanent

*Sumber: <https://bit.ly/3otnPTJ>*

Kelebihan lain generator DC magnet permanent dari sisi teknis adalah dapat dioperasikan tanpa perlu memperhatikan kestabilan frekuensi, sehingga tidak membutuhkan governor. Penggunaan generator DC magnet permanent pada arus laut yang tidak konstan akan menyebabkan fluktuasi tegangan keluaran. Oleh karena itu, dibutuhkan baterai untuk menyimpan listrik yang dihasilkan agar keluaran dari generator DC magnet permanent ini dapat berfungsi secara optimal [17].

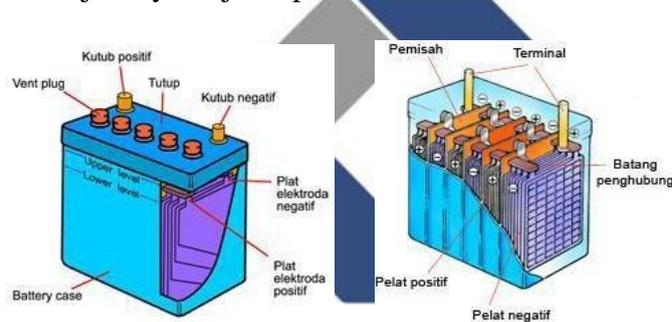
Kelebihan dari menggunakan magnet permanen pada konstruksi generator adalah:

1. Tidak ada energi listrik yang diserap sistem medan magnet sehingga tidak ada kerugian energi listrik yang artinya dapat meningkatkan efisiensi.
2. Menghasilkan torsi yang lebih besar daripada yang menggunakan elektromagnetik.
3. Menghasilkan performa dinamis yang lebih besar (kerapatan fluks magnet lebih besar pada celah udara) daripada yang menggunakan magnet non permanen.

4. Menyederhanakan konstruksi dan perawatan, mengurangi biaya pemeliharaan pada beberapa tipe mesin.

### 2.5.2. Baterai/Akumulator

Baterai merupakan wadah penyimpanan listrik dimana di dalamnya memiliki beberapa sel yang menjadi tempat penyimpanan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Dalam baterai atau akumulator terdapat proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensi yang tinggi [18]. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia *reversibel* adalah terjadinya proses pengosongan dan pengisian dalam baterai dimana terdapat proses perubahan kimia menjadi listrik dan listrik menjadi kimia dengan cara proses regenerasi elektroda yang mana arus listrik akan memasuki aliran polaritas secara berlawanan arah di dalam sel. Baterai dibagi menjadi dua jenis yaitu jenis primer dan skunder.



**Gambar 2. 8** Sel Aki

*Sumber: M. Padmika, I. M. dkk [19]*

Karena keterbatasan ketersediaan akan energi arus laut (tidak sepanjang hari arus laut akan selalu tersedia) maka ketersediaan listrik pun tidak menentu. Oleh karena itu baterai digunakan untuk menyimpan daya yang dihasilkan agar pemanfaatan energi arus laut ini dapat dimanfaatkan secara optimal [3]. (Yogopranoto, 2012 dalam Padmika, Satriya Wibawa and Trisnawati, 2017) menjelaskan bahwa aki mengubah energi kimia dan menjadikannya energi listrik. Berdasarkan elemen yang digunakan untuk aki, dapat dibedakan menjadi dua yaitu

dengan bahan berupa larutan atau cairan yang biasa disebut aki basah, dan ada yang berupa plat yang biasa disebut aki kering.

Terdapat tiga proses pada sistem kerja dari baterai atau akumulator ini, yaitu sebagai berikut: [20]

### 1. Proses Pengisian

Pada proses pengisian baterai ini arus akan dimasukkan secara terus-menerus hingga tegangan bertambah sesuai dengan batas dari spesifikasi baterai masing-masing. Jika dalam proses ini diisi secara berlebihan maka baterai dapat rusak dan tidak tahan lama.

### 2. Proses Pengosongan

Pada proses pengosongan baterai, baterai akan menghabiskan cadangan atau simpanan daya listrik dengan mengalirkan ke sebuah beban, dengan begitu muatan pada baterai akan berkuang dan baterai akan kosong pada batas sesuai dengan spesifikasi baterai tersebut. Beberapa jenis baterai yang tidak boleh benar-benar kosong yaitu baterai jenis NiMH dan NiCd pengosongan baterai tidak boleh di bawah 0.9 volt untuk setiap sel baterai.

### 3. Metode Pengisian

Energi yang tersimpan pada baterai (C) diukur dengan satuan ampere hours atau mA hours. Terdapat dua mode dalam pengisian baterai yaitu *mode trickle charging (slow rate)* dimana dalam pengisian baterai membutuhkan waktu yang lama dan hal ini akan membuat baterai dalam kondisi yang baik dalam jangka waktu yang lama, sedangkan mode kedua yaitu *mode fast charging*, dalam mode ini pengisian baterai dalam waktu yang cepat sehingga dalam pengisian baterai dapat menimbulkan panas sehingga proses kimia yang ada pada baterai bereaksi menyebabkan baterai tidak tahan lama dan rusak. C-Rate dapat dirumuskan menjadi:

$$C_{Rate} = \frac{C}{1 \text{ hour}} \dots\dots\dots (3)$$

$C_{rate}$  = arus pengisian dan pengosongan.

C = kapasitas baterai dalam A-hour atau mA-hour.

### 2.5.3. Maksimum Power Point Tracker

*Maksimum Power Point Tracker* (MPPT) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengoptimalkan daya keluaran berbagai pembangkit listrik. Pada pembangkit listrik tenaga arus laut ini menggunakan MPPT sebagai bantuan dalam mengoptimalkan daya keluaran dari generator DC magnet permanent dengan menggunakan konverter daya elektronik [21].

### 2.5.4. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan sebuah mikrokontroler yang berdasarkan ATmega2560 (*datasheet*) dengan pemrograman menggunakan software Arduino IDE dimana bahasa pemrograman yang digunakan oleh software ini adalah bahasa C, serta dapat dijalankan secara online maupun offline [22]. Arduino tersebut dapat digunakan untuk memudahkan pengendalian sistem elektronika dengan karakteristik *open source* dan mengolah data. Mikrokontroler tersebut terdiri dari 54 pin digital I/O, 16 input analog, 4 UART, koneksi USB, header ICSP, tombol reset. Desain dari mikrokontroler ini juga sangat luas sehingga dalam pengerjaan proyek elektronika dapat menggunakan input/ouput serta memori yang banyak.



**Gambar 2. 9** Arduino Mega 2560

*Sumber : Atmel [23]*

**Tabel 2. 2** Spesifikasi Arduino Mega 2560

<b>Mikrokontroler</b>	Atmega 2560
-----------------------	-------------

<b>Tegangan Operasi</b>	5 V
<b>Input Voltage (Disarankan) &amp; (Limit)</b>	7 – 12 V & 6 – 20 V
<b>Pin Digital I/O</b>	54 (15 pin sebagai output PWM)
<b>Arus DC pin I/O dan pin 3,3 V</b>	40 dan 50 mA
<b>Flash Memory</b>	256 Kb (8 Kb untuk bootloader)
<b>SRAM dan EEPROM</b>	8 Kb dan 4 Kb
<b>Clock Speed</b>	16 Mhz

Sumber: I. Rudiantmadja [24]

### 2.5.5 Non-Inverting Buck Boost Converter

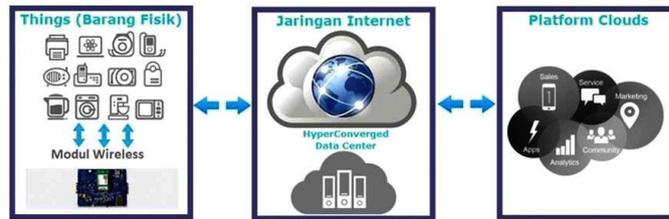
*Buck boost converter* merupakan rangkaian yang dapat mengubah level tegangan DC baik menaikkan atau menurunkan tegangan dari tegangan masukan sesuai dengan kebutuhan [25]. Rangkaian *non-inverting buck-boost converter* (NIBB) menggunakan dua buah *switch* yaitu mode buck dan mode boost yang dikombinasikan. Rangkaian NIBB mempunyai tiga mode pengoperasian, yaitu mode buck, boost dan buck-boost. Mode boost merupakan proses operasi sistem dengan menurunkan tegangan input sesuai dengan yang diinginkan. Sedangkan mode buck merupakan kebalikan dari mode boost, dimana tegangan input dinaikkan sesuai dengan yang dibutuhkan. Dan pada saat tegangan itu stabil yang mendekati tegangan yang dibutuhkan maka mode buck-boost bekerja [20].

## 2.6. Monitoring PLTAL Berbasis IoT

### 2.6.1. Internet of Thing (IoT)

Pada tahun 1999, Kevin Ashton yang berasal dari Inggris menemukan sebuah perangkat (*device*) yang dapat menghubungkan atau berkomunikasi ke berbagai perangkat dengan bantuan internet yang memiliki jangkauan yang sangat luas sehingga memudahkan pekerjaan manusia untuk terhubung dengan perangkat yang diinginkan yang mana disebut dengan *Internet of Things* (IoT) [26]. *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu konsep yang memiliki tujuan untuk memudahkan

dengan memanfaatkan konektivitas internet yang tersambung secara berkelanjutan dimana cakupan dari IoT ini sangat luas [27].



**Konsep dan Cara Kerja IoT** (sumber: <http://www.myspsolution.com/news-events/cara-kerja-konsep-internet-of-things/>)

**Gambar 2. 10** Konsep dan Cara Kerja IoT

Sumber: <https://bit.ly/39YUh80>

Cara Kerja IoT (*Internet of Things*) adalah dengan melakukan interaksi antar sesama perangkat (*device*) yang mana masing-masing dari perangkat tersebut telah tersambung secara otomatis oleh koneksi jaringan internet tanpa campur tangan *user* dan jarak. User bertugas sebagai pengatur, pengarah serta pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung [27]. Manfaat yang didapatkan dari konsep IoT (*Internet of Things*) ini adalah membuat pekerjaan manusia menjadi lebih mudah, ringan, cepat dan efisien. Terdapat 3 sistem dasar dari *Internet of Things* (IoT) yaitu:

1. Hardware/perangkat (Things),
2. Koneksi Internet atau jaringan,
3. Cloud Data Center, tempat untuk menyimpan atau menjalankan aplikasinya.

### 2.6.2. Node MCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan board elektronik yang memiliki chip yang bertujuan untuk membantu operasi sistem pada mikrokontroler dengan koneksi jaringan internet (WiFi) [27]. Pada board ini terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat digunakan untuk membantu pengaplikasian dalam memonitoring maupun *controlling* pada proyek IoT. Dalam pembuatan program di NodeMCU ESP8266

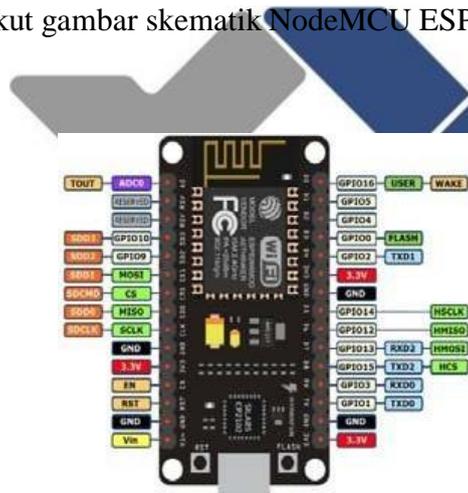
dapat menggunakan software Arduino IDE yang menggunakan bahasa C. Terdapat 3 versi bentuk dari NodeMCU ESP8266 yaitu:



**Gambar 2. 11** Node MCU ESP8266

*Sumber: N.H.L. Dewi dkk. [27]*

Dari bentuk fisik NodeMCU ESP8266, maka terdapat skematik peletakan pin pada board, berikut gambar skematik NodeMCU ESP8266:



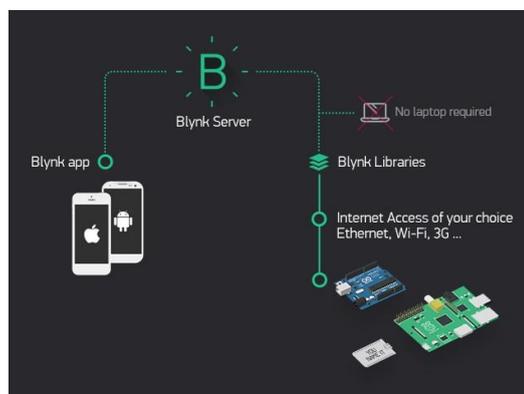
<b>Flash Memory</b>	4 MB
<b>Wireless</b>	802,11 b\g\n standard
<b>USB to Serial converter</b>	CH340G

Sumber: M. yusuf Efendi and J. E. Chandra [28]

### 2.6.3. Software Blynk

Blynk dirancang untuk penerapan konsep Internet of Things (IoT). Blynk juga dapat mengendalikan perangkat keras dari jarak jauh sehingga *user* dapat memonitoring alat dengan menggunakan aplikasi ini selain itu, blunk dapat menyimpan data secara real time dan banyak fungsi lainnya. Ada tiga komponen utama dalam platform: [29]

1. Blynk App: berupa interface antara proyek yang dibuat terhadap pengguna alat, dimana App dapat di peroleh dan di akses dengan mudah menggunakan berbagai widget seperti android/iOS.
2. Blynk Server: merupakan bentuk komunikasi antara *smartphone* dan perangkat keras. Blynk server dapat menggunakan Blynk Cloud atau menjalankan server Blynk pribadi secara lokal.
3. Blynk Libraries: bisa untuk semua platform perangkat keras yang populer, memungkinkan komunikasi dengan server dan memproses semua perintah yang masuk dan keluar.

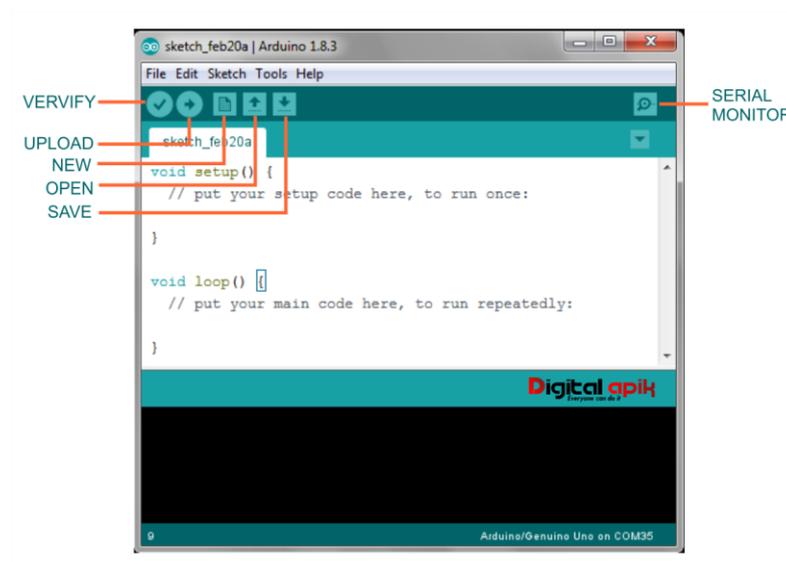


**Gambar 2. 13** Sistem Kerja Blynk

Sumber: <https://bit.ly/3onr9Qk>

Blynk bekerja melalui jaringan internet, yang berarti membutuhkan mikrokontroler yang dapat terhubung dengan jaringan internet. Salah satunya Arduino Uno dalam berkomunikasi Arduino membutuhkan Ethernet atau Wi-Fi Shield, sedangkan ada juga modul lain yang sudah dapat mengaktifkan Internet-nya sendiri; seperti ESP8266, Raspberri Pi dengan dongle WiFi, Particle Photon atau SparkFun Blynk Board dan Arduino Mega RobotDyn yang dilengkapi dengan modul WiFi. Aplikasi Blynk dirancang dengan program *interface* yang baik, yang dapat beroperasi pada iOS dan Android.

#### 2.6.4 Software Arduino IDE



**Gambar 2. 14** Tampilan Software Arduino IDE

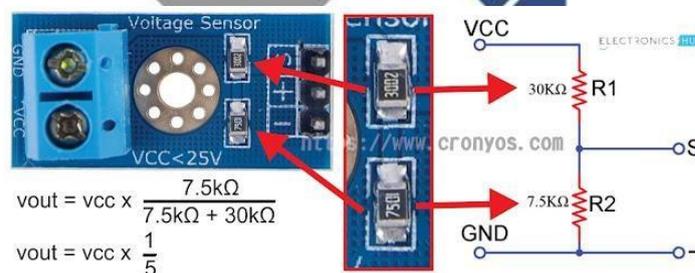
*Sumber: <https://bit.ly/3uvYhX0>*

*Integrated Development Environment (IDE)* adalah sebuah software untuk pembuatan program khusus pada suatu perangkat keras (komputer atau laptop agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk mikrokontroler Arduino. Bahasa pemograman yang digunakan pada software IDE Arduino ini adalah bahasa java. IDE arduino terdiri dari: [24]

1. Coding Area: merupakan sebuah window area untuk membuat, menulis dan mengedit program bahasa processing.
2. Compiler: berfungsi untuk kompilasi program tanpa unggah ke board untuk pengecekan kesalahan kode sintaks program. Kode biner pada sebuah modul harus diubah dalam bentuk kode program karena pada mikrokontroler tidak bisa mengalami bahasa processing.
3. Uploader: Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi sketch ke board Arduino. Jika terjadi error maka cek alamat port Pesan error akan terlihat jika board belum terpasang atau alamat port COM belum terkonfigurasi dengan benar.

### 2.6.5. Voltage Sensor

Sensor tegangan ini merupakan sebuah gabungan dari rangkaian pembagi tegangan yang di desain dan di rancang menjadi sebuah modul.



**Gambar 2. 15** Modul Sensor Tegangan

*Sumber: <https://bit.ly/3mMplit>*

Pada gambar terdapat 2 resistor sebesar 7.5Ω dan 30Ω, bisa dilihat bahwa prinsip kerja dari modul ini hanya pada rangkaian pembagi tegangannya. Dalam rangkaian pembagi tegangan ini tegangan VCC akan dibagi menjadi 5x lebih kecil, contoh VCC 50 volt maka keluaran rangkaian tersebut adalah 10 volt. Namun, pada modul ini tegangan maksimal yang bekerja adalah 5 volt, oleh karena itu tidak boleh memberikan tegangan lebih dari 25 volt. Dikarenakan output dari rangkaian akan melebihi 5 volt sehingga akan membuat arduino menjadi rusak.

**Tabel 2. 4** Spesifikasi Sensor Tegangan

	Range
Input	0-25 Volt
Output	0-5 Volt

#### 2.6.6. ACS712-30A Current Sensor

Modul ACS712 merupakan suatu IC terpaket yang berfungsi sebagai detector arus yang melewatinya. Dalam pembacaan nilai, sensor ini memiliki ketepatan pembacaan yang tinggi, dikarenakan terdapat rangkaian low-offset linear hall. Cara kerja dari modul sensor arus ACS712 yaitu di dalam sensor akan menghasilkan medan magnetik yang akan ditangka oleh IC kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus [30]. Nilai variabel dari sensor ini merupakan input untuk mikrokontroler yang kemudian akan diolah. Nilai output pada sensor ini adalah sinyal AC, dimana masih membutuhkan rangkaian penyearah untuk mengubah sinyal AC menjadi sinyal DC.



**Gambar 2. 16** Modul Sensor Arus ACS712-30A

*Sumber: <https://bit.ly/3pXuYwd>*

**Tabel 2. 5** Spesifikasi Sensor Arus ACS712

Rise Time Ouput	5 $\mu$ s
Bandwidth	0-80 kHz

Total kesalahan output 1,5% pada suhu kerja TA	25°C
Tahanan konduktor internal	1,2 mΩ
Tegangan isolasi minimum	2,1 kVRMS
Sensitivitas output	185 mV/A
Kapasitas pengukuran AC/DC	30A
Tegangan kerja	5 VDC

Sumber: <https://bit.ly/3ENNIrS>

### 2.6.7. Arduino Rotary Encoder KY-040



**Gambar 2. 17** Arduino Rotary Encoder KY-040

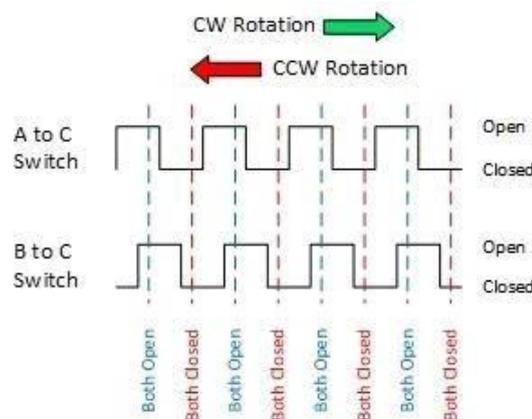
Sumber: *Bench, Henry* [31]

Rotary Encoder KY-040 merupakan perangkat input seperti knop yang dapat melihat arah putaran knop dari seberapa besar indikasi puatarannya [32]. Perangkat ini dapat diaplikasikan dalam mengontrol putaran motor stepper dan servo serta dapat digunakan untuk mengontrol perangkat seperti potensiometer digital. Rotary encoder memiliki sejumlah posisi per-revolusi. [31] Pada Encoder KY-040 ini memiliki dua kondisi saklar dimana:

1. Jika kedua saklar ditutup, encoder akan berputar searah jarum jam ataupun berlawanan arah jarum jam yang dapat mengakibatkan salah satu posisi membuat kedua saklar terbuka.

2. Jika kedua saklar terbuka, encoder akan berputar searah jarum jam ataupun berlawanan arah jarum jam yang dapat mengakibatkan salah satu posisi membuat kedua saklar tertutup.

Kondisi saklar ini akan mempengaruhi perubahan pada gelombang pembukaan dan penutupan saklar, maka dapat dilihat gelombangnya sebagai berikut:



**Gambar 2. 18** Gelombang Pembukaan dan Penutupan dari Rotary Encoder

*Sumber: Bench, Henry [31]*

Terdapat tata letak pin dari Rotary Encoder KY-040, sebagai berikut:



**Gambar 2. 19** Pin KY-040

*Sumber: Bench, Henry [31]*

**Tabel 2. 6** Spesifikasi Encoder KY-040

Tegangan Input	+5V DC
----------------	--------

Tipe	Incremental Encoder
Putaran	360 Derajat (Tidak Terbatas)
Jumlah Cycle	30 CPR
Ukuran PCB	26 x 19 mm
Tinggi Rotary Encoder	28 mm

Sumber: <https://bit.ly/3qRZRTe>

### 2.6.8. LCD 20x4

Liquid Cristal Display (LCD) merupakan sebuah kaca bening yang memiliki lapisan campuran organik dengan elektroda transparan indium oksida yang berbentuk tampilan seven-segment [33]. LCD juga digunakan untuk menampilkan berbagai data bisa berupa angka, grafik, huruf dan juga berbagai bentuk karakter. LCD yang digunakan pada PLTAL ini adalah LCD 20x4, maksud dari 20x4 adalah memiliki 4 baris yang terdiri 20 karakter. Dalam mengakses LCD 20x4 ini dilakukan konfigurasi pin terlebih dahulu terhadap mikrokontroler yang dibantu dengan converter bus I2C dan juga librariesnya. Sehingga I2C dapat dengan mudah menghubungkan port ke *board* arduino [34].



**Gambar 2. 20** LCD 20x4

Sumber: *Jurnal Skripsi* [34]

### 2.6.9. I2C

*Inter Integrated Circuit* atau disebut I2C merupakan saluran yang dirancang khusus untuk melakukan komunikasi serial dalam dua arah untuk menerima dan

mengirimkan data. Biasanya I2C digunakan sebagai modul penghubung LCD dengan *board* arduino [34]. Sistem I2C ini terdiri dari saluran Serial Clock (SCL) dan Serial Data (SDA) dimana akan mengontrol data-data yang akan dibawa sebagai informasi. Untuk menghubungkan sistem I2C, bus dapat dioperasikan menjadi slave dan master. Dimana keduanya berfungsi untuk membantu mentransfer data pada I2C.



**Gambar 2. 21** I2C

*Sumber: Jurnal Skripsi [34]*

### 2.6.10. Relay

Relay merupakan salah satu golongan dari saklar yang dapat beroperasi dengan mengikuti prinsip elektromagnetik, dimana hal ini dimanfaatkan untuk penggerak kontaktor dalam menyambungkan rangkaian secara tidak langsung. Dalam relay terdapat efek induksi magnetik yang dialiri oleh arus listrik, efek ini mengakibatkan terbuka dan tertutupnya kontaktor. Perbedaan relay dan saklar adalah pada pergerakan kontaktor, untuk kondisi on atau off saklar dapat aktif tanpa arus listrik, namun pada relay harus membutuhkan arus listrik [34].



**Gambar 2. 22** Relay

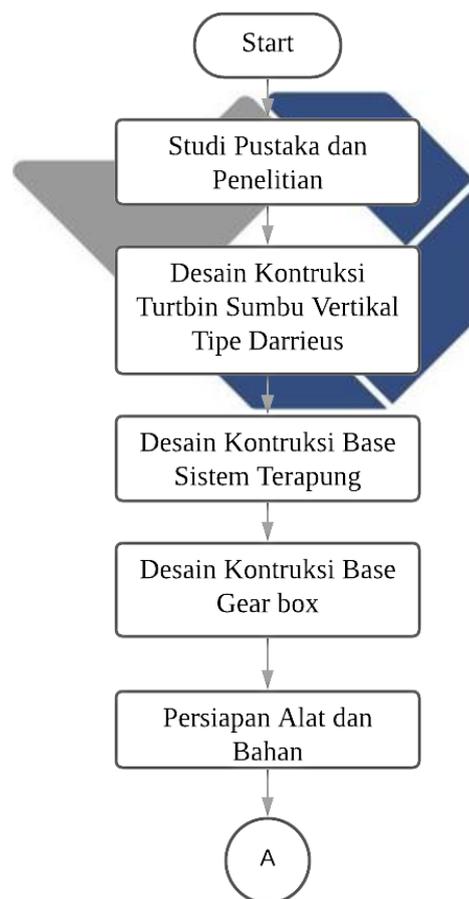
*Sumber: Jurnal Skripsi [34]*

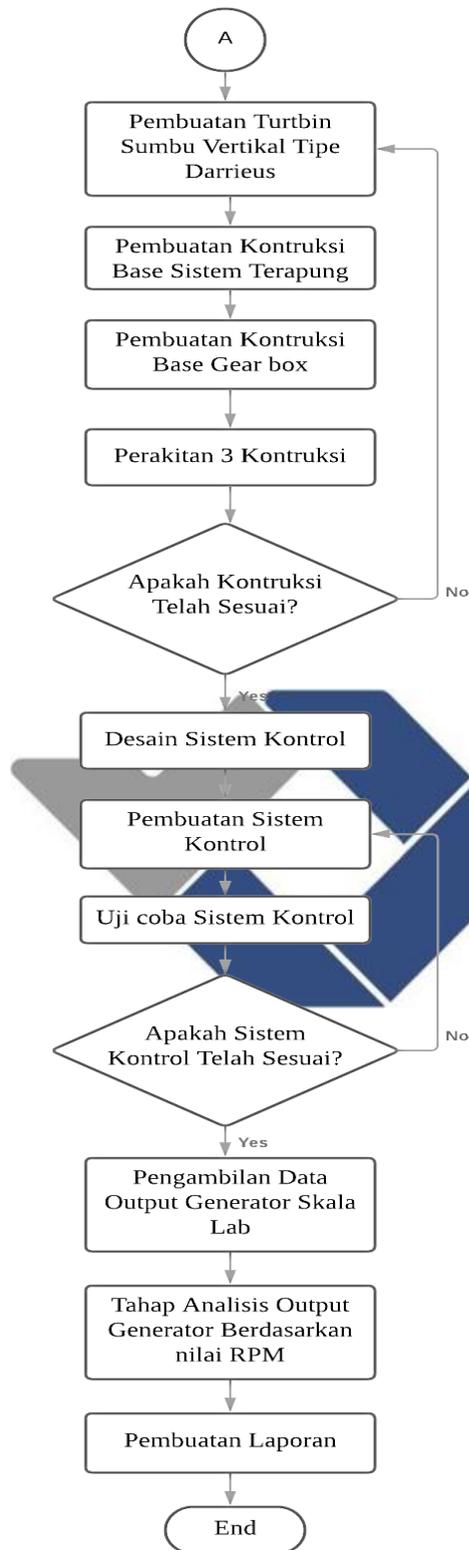


- |                                               |                                 |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|
| 7. Buck-Boost Converter.                      | 12. Sensor <i>Motor Speed</i> . |
| 8. Node MCU ESP8266.                          | 13. LCD 40x2.                   |
| 9. Modem <i>Wifi Portable</i> .               | 14. Jumper Male & Female.       |
| 10. ACS712-30A <i>Current Sensor Moduls</i> . | 15. Kabel.                      |
| 11. <i>Voltage Sensor</i> .                   | 16. Box Panel.                  |
|                                               | 17. Peralatan Mekanik.          |

### 3.3. Flowchart Perancangan dan Pembuatan Alat

Berikut *flowchart* perancangan dan pembuatan alat secara keseluruhan baik kontruksi dan sistem elektrikal:





**Gambar 3. 2** Flowchart Perancangan dan Pembuatan Alat

### **3.4. Prosedur Pelaksanaan**

Prosedur pelaksanaan proyek akhir terhadap pembuatan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut Menggunakan Turbin Sumbu Vertical Tipe Darrieus memiliki beberapa tahap yaitu tahap penelitian lapangan, tahap perencanaan, tahap pengembangan, tahap implementasi dan produk akhir.

#### **3.1.1. Tahap Penelitian Lapangan**

Tahap penelitian lapangan dilakukan oleh penulis untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut Menggunakan Turbin Sumbu Vertikal Tipe Darrieus. Pada tahap penelitian lapangan ini penulis menganalisis beberapa hal antara lain:

1. Studi Pustaka

Data yang dikumpulkan berupa referensi dari perancangan dan sistem kerja serta sistem kontrol pada Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut. Hal ini dilakukan agar pembangkit listrik yang dibuat tetap mengacu pada tujuan proyek akhir. Data yang dikumpulkan didapat dari jurnal, artikel, *thesis*, buku dan juga website resmi.

2. Kegiatan Survei

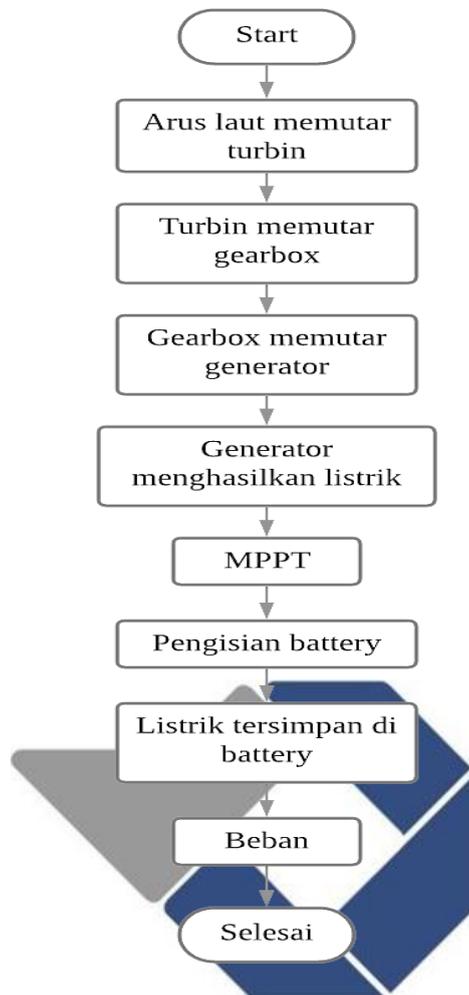
Pada survei terdapat dua kegiatan yang dilakukan yaitu pengumpulan data melalui wawancara dengan nelayan dan masyarakat setempat. Dan juga pengecekan titik lokasi yang akan menjadi tempat uji coba serta penerapan teknologi.

#### **3.1.2. Tahap Perencanaan**

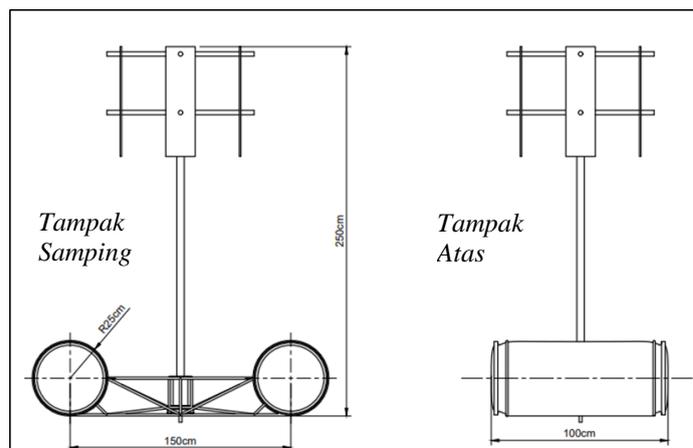
Pada tahap perencanaan proyek akhir ini, terdapat 2 tahap perencanaan yaitu:

1. Perencanaan Kontruksi Alat

Pada perencanaan kontruksi alat, yang dilakukan adalah penentuan konsep kontruksi kemudian desain kontruksi yang dibuat dengan menggunakan software AutoCAD selain itu dilakukan analisis dan perhitungan untuk pembuatan kontruksi alat nanti. Dari perencanaan kontruksi alat ini, telah disusun prinsip kerja dari alat ini sebagai berikut:



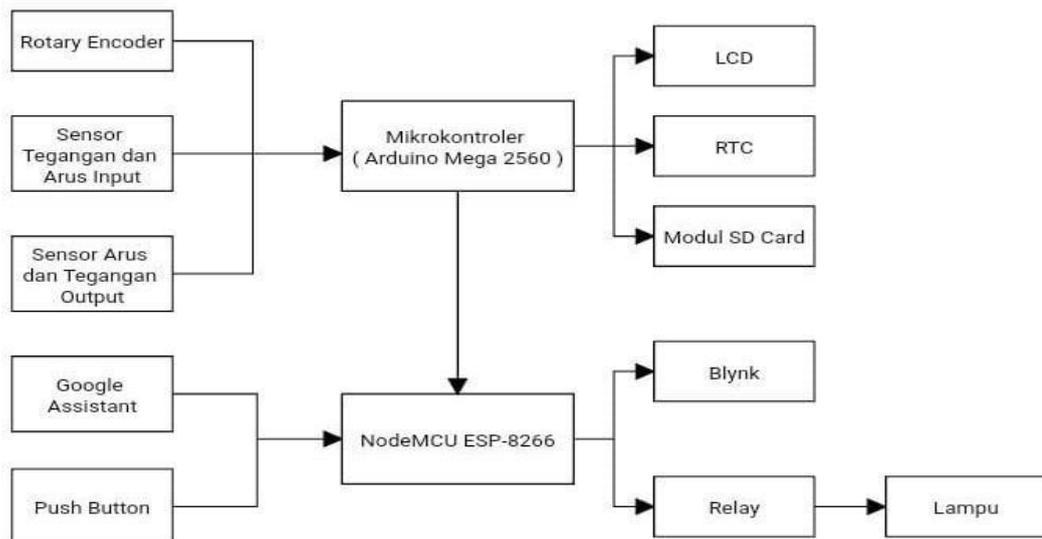
**Gambar 3.3** Prinsip Kerja Alat



**Gambar 3.4** Desain Kontruksi Alat

## 2. Perencanaan Sistem Kontrol dan Monitoring Berbasis IoT

Pada perencanaan sistem kontrol dan monitoring berbasis IoT akan dijelaskan pada blok diagram berikut:



**Gambar 3.5** Blok Diagram Sistem Kontrol

### 3.1.3. Tahap Pengembangan

Setelah tahap perencanaan maka penulis melakukan tahap selanjutnya yaitu tahap pengembangan. Dalam tahap pengembangan ini terdapat 3 kegiatan sebagai berikut:

#### 1. Pembuatan Alat

Penulis akan mengumpulkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan produk untuk konstruksi alat dari pembangkit listrik kemudian komponen-komponen elektrik pada pembangkit listrik. Dalam proses pembuatan konstruksi terdapat kegiatan pengelasan serta dalam pembuatan *blade*, penulis menggunakan *3D printing* yang mana *blade* ini terbuat dari bahan filament dengan kerapatan 10%. Pembangkit listrik ini juga dihubungkan dengan sistem monitoring berbasis IoT, yang dapat di kontrol dan di monitoring melalui aplikasi *blynk*.

## 2. Uji Coba dan Validasi

Setelah tahap pembuatan alat, maka dilanjutkan tahap uji coba di Dermaga Pantai Teluk Uber. Kegiatan ini dilakukan untuk melihat apakah alat dapat beroperasi sesuai dengan konsep perencanaan sebelumnya.

## 3. Revisi

Setelah proses uji coba dan validasi, produk di revisi berdasarkan komentar dan saran dari ahli materi dan ahli kontruksi (pembangkit listrik) agar manfaat dan fungsi produk dapat sesuai dengan tujuan proyek akhir. Jika sudah melakukan revisi, maka dilakukan uji coba dan validasi kembali. Alat yang sudah di validasi akan dilakukan pengambilan data di lokasi yang telah ditentukan dan dilanjutkan analisis data.

### 3.1.4. Tahap Implementasi

Setelah validasi dilakukan, akan dilanjutkan ke tahap implementasi dimana alat akan diimplementasikan di laut secara langsung untuk pengambilan data dan menerapkan teknologi ini untuk pengabdian kepada masyarakat. Disini produk akan diletakkan di Dermaga Pantai Teluk Uber, Sungailiat.

### 3.1.5. Produk Akhir

Berdasarkan hasil validasi dan uji coba, maka dilakukan revisi terhadap pembangkit listrik baik kontruksi maupun sistem kontrol. Produk akhir yang dihasilkan berbentuk pembangkit listrik tenaga arus laut menggunakan sumbu vertikal tipe darrieus dengan sistem kontrol berbasis *Internet of Things* yang menggunakan media aplikasi berupa aplikasi *blynk*. Produk ini berfungsi agar dapat mengurangi penggunaan bahan bakar minyak (solar) dan juga dapat membantu aktivitas para nelayan yang ada di bagan agar dapat memanfaatkan energi arus laut sebagai energi listrik serta dapat melihat potensi energi arus laut.

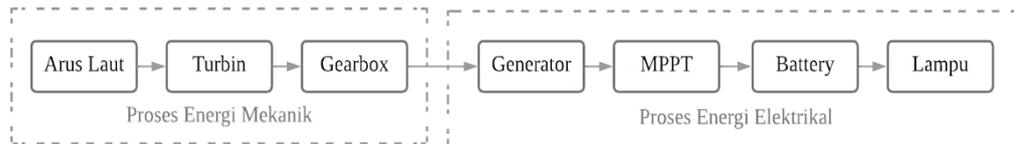
### **3.5. Pembuatan Laporan Proyek Akhir**

Setelah melalui beberapa tahapan dan menghasilkan produk akhir yang sesuai dengan konsep perancangan. Maka tahap terakhir dari proyek akhir ini adalah pembuatan laporan proyek akhir, yang menjelaskan secara keseluruhan pembuatan proyek akhir, dimulai dari permasalahan yang ditemukan hingga solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut, yang ditulis dalam bentuk BAB.



## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1. Prinsip Kerja Alat



**Gambar 4. 1** Blok Diagram Cara Kerja PLTAL

Cara kerja PLTAL ini ialah arus laut akan memutar turbin. Kemudian akan ditransmisikan melalui gearbox yang mempunyai ratio 1:125 ke generator. Saat generator berputar akan menghasilkan arus listrik yang akan dioptimalkan oleh MPPT . Arus listrik yang dihasilkan akan disimpan di battery. Daya dari battery akan digunakan sebagai sumber listrik untuk lampu yang berdaya 50 watt. Daya yang dihasilkan oleh generator maupun dikeluarkan oleh battery bisa dipantau melalui aplikasi Blynk. Dimana nilainya didapat dari penggunaan sensor tegangan universal dan sensor Arus ACS712. Selanjutnya, kontrol untuk mengaktifkan lampu bisa diakses melalui google assistant.

### 4.2. Pembuatan Kontruksi PLTAL

Konstruksi ini menggunakan besi behel ukuran ¼ inch sebagai base utama. Kemudian agar terapung digunakan 2 buah drum sebagai ruang hampa. Untuk shaft digunakan pipa galvanis ukuran 1 ¼ inch untuk menghubungkan antara sudu turbin dan generator. Agar meminimalisir getaran akibat putaran turbin, digunakan 2 buah bearing yang dimasukkan ke pipa galvanis ukuran 3 inch agar dapat mengurangi efek korosif (pengaratan) pada bearing.



**Gambar 4. 2** Peletakkan Generator



**Gambar 4. 3** Base Turbin



**Gambar 4. 4** Shaft Pelindung Bearing



**Gambar 4. 5** Kerangka untuk Sistem Terapung



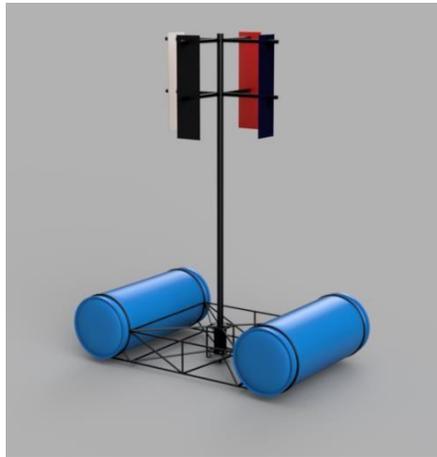
**Gambar 4. 6** Penggabungan Komponen



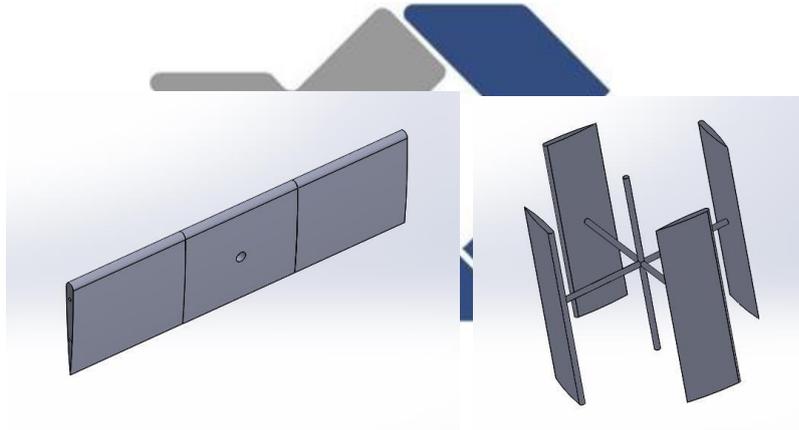
**Gambar 4. 7** Pengecatan

### 4.3. Desain Kontruksi PLTAL

Berikut gambar desain Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut:



**Gambar 4. 8** Kontruksi Alat



**Gambar 4. 9** Desain Baling-Baling Turbin

### 4.4. Hasil Uji Coba Dalam Skala Lab

#### 4.4.1. Data Hasil Uji Coba Skala Lab

Sebelum melakukan uji coba secara *real*, maka dilakukan uji coba dalam skala lab untuk pengecekan generator. Pada penelitian kali ini digunakan generator magnet permanent dengan susunan magnet yang rapat, yang bertujuan untuk menghasilkan induksi magnetik yang kuat, dan dapat menghasilkan daya listrik. Hasil uji coba dari pengambilan data daya optimal minimum dan maksimum pada

generator magnet permanen dalam skala lab sebelum diterapkan pada prototipe PLTAL adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 1** Hasil Uji Coba Generator Magnet Permanent Tanpa MPPT

No	Nilai RPM	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1	0	0	0	0
2	50	2,54	0	0
3	75	3,12	0	0
4	100	4,46	0	0
5	125	5,70	0	0
6	150	7,76	0,2	1,55
7	175	8,79	0,3	2,64
8	200	9,46	0,6	5,67
9	225	10,6	0,7	7,42
10	250	11,7	1,1	12,87

**Tabel 4. 2** Hasil Uji Coba Generator Magnet Permanent Menggunakan MPPT

No	Nilai RPM	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1	0	0	0	0
2	50	2,79	0	0
3	75	3,43	0	0
4	100	4,79	0	0
5	125	6,08	0	0
6	150	8,11	0,3	2,43
7	175	9,12	0,4	3,64
8	200	9,80	0,7	6,86
9	225	11,1	0,9	10,71
10	250	12,1	1,3	15,73



**Gambar 4. 10** Hasil Uji Coba Generator Magnet Permanen

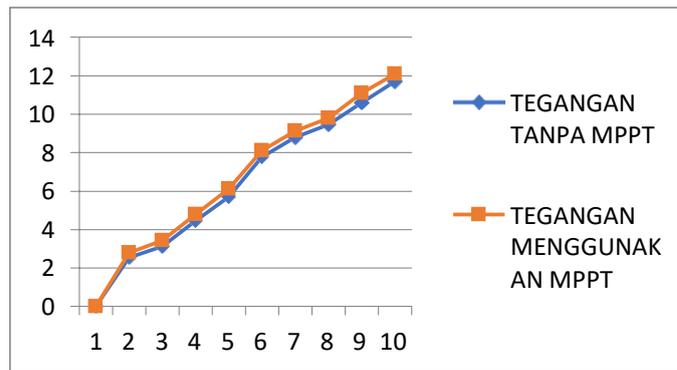


**Gambar 4. 11** Pengukuran Nilai RPM dengan Tachometer

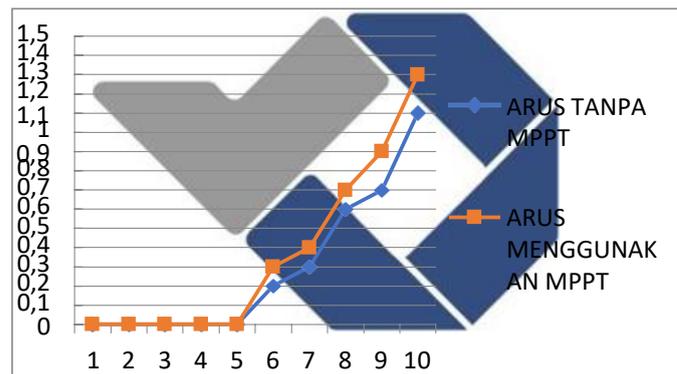


**Gambar 4. 12** Pengukuran Tegangan dengan Multitester

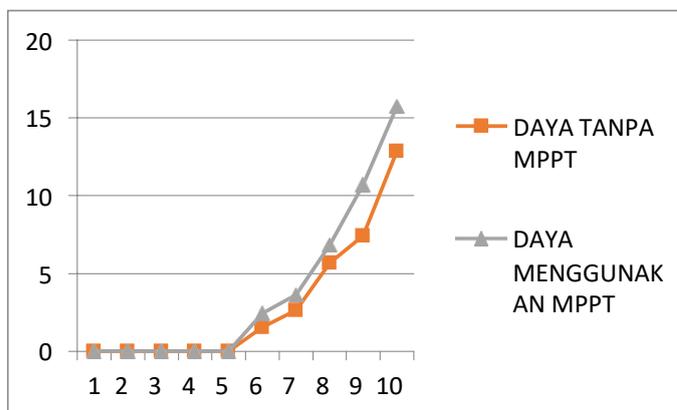
Berdasarkan data pada pada tabel 4.1 dan tabel 4.2, maka dapat digambarkan dalam sebuah grafik garis untuk melihat perbedaan nilai pada tegangan, arus dan daya yang dihasilkan, berikut gambar grafik:



**Gambar 4.13** Grafik Tegangan Keluaran



**Gambar 4.14** Grafik Arus Keluaran



**Gambar 4.15** Grafik Daya Keluaran

#### **4.4.2. Analisa Hasil Uji Coba Skala Lab**

Dari hasil uji coba ini maka dapat dianalisa sebagai berikut:

Pada tabel 4.1. Didapat nilai tegangan, arus dan daya. Nilai tegangan dan arus didapat dari hasil pengukuran sedangkan nilai daya didapat dari nilai perhitungan  $V \times I$ . Untuk mendapatkan nilai tersebut, uji coba dimulai dari putaran motor DC sebesar 50 rpm, kemudian dilipatgandakan sebanyak 25 hingga putaran maksimum pada motor DC yaitu 250 rpm. Dalam mengatur putaran dibantu juga dengan Tachometer, agar lebih akurat dan jelas. Dari pengujian generator tanpa MPPT, generator mulai mengeluarkan tegangan pada putaran 50 rpm sebesar 2,54 V. Namun, nilai arus dan daya belum terukur dikarenakan tegangan minimum yang dibutuhkan untuk menyalakan lampu belum tercapai. Nilai arus mulai terbaca pada multimeter digital pada putaran 150 rpm dengan kondisi lampu redup, nilai arus sebesar 0,2 A dengan tegangan sebesar 7,76 V dan daya yang dihasilkan sebesar 1,55 Watt. Pada putaran maksimum yang dihasilkan oleh motor DC yaitu 250 rpm, didapat nilai arus sebesar 1,1 A dan tegangan 11,70 dengan daya maksimum 12,87 Watt. Sedangkan pengujian menggunakan MPPT pada table 4.2. Pada putaran 50 nilai tegangan yang terukur sebesar 2,79 V. Namun, nilai arus dan daya juga belum terukur dikarenakan tegangan minimum yang dibutuhkan untuk menyalakan lampu belum tercapai. Nilai Arus mulai terbaca pada putaran 150 rpm bernilai 0,3 A dan tegangan 8,11 V dengan kondisi lampu nyala redup. Pada putaran 250 rpm, nilai maksimum yang didapat yakni arus sebesar 1,3 A dan tegangan 12,1 V serta daya 15,73 watt.

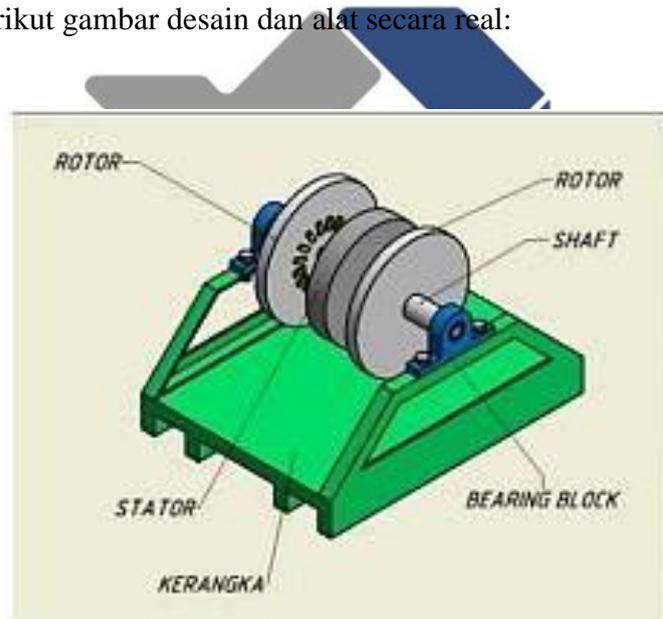
#### **4.4.3. Data Perbandingan**

Data perbandingan disini adalah data proyek akhir yang berjudul “Prototipe Generator AC Double Rotor Magnet Pemanen Type Neodymium Skala Lab Berbasis Arduino” yang ditulis oleh Dhea Syachfitri dan Indra Digantara. Data perbandingan ini digunakan untuk analisis dari pengujian daya yang dihasilkan oleh generator DC magnet permanent dalam skala lab pada proyek akhir PLTAL, oleh karena itu digunakan data hasil thesis dari proyek akhir lain sebagai perbandingan dalam analisis. Berikut data dari proyek akhir tersebut:

**Tabel 4. 3** Data Perbandingan Uji Coba

No	Kecepatan (rpm)	Tegangan AC (Volt)	Tegangan DC (Volt)	Arus DC (Ampere)	Daya DC (Watt)
1.	118	3.80	4.32	0	0
2.	214	6.95	7.81	0.0024	0.01
3.	317	8.38	8.57	0.018	0.10
4.	420	8.80	9.60	0.04	0.31
5.	512	9.75	10.40	0.067	0.59

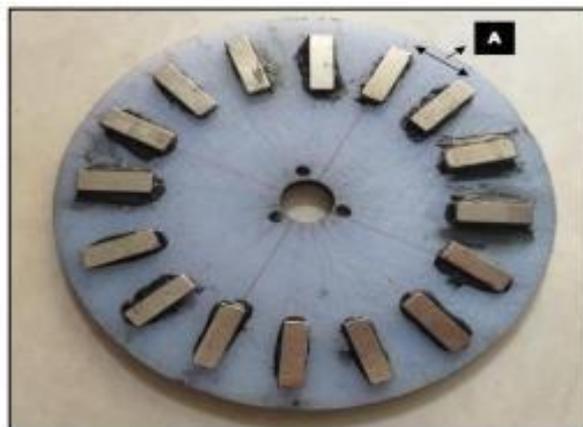
Dalam pengujian proyek akhir dengan menggunakan generator AC double rotor magnet permanen ini menggunakan beban lampu sebesar 7 watt. Untuk menghasilkan data tegangan dan arus DC, peneliti menggunakan rangkaian penyearah. Berikut gambar desain dan alat secara real:



**Gambar 4. 16** Desain Kontruksi Generator AC



**Gambar 4. 17** Kontruksi Generator AC



**Gambar 4. 18** Kontruksi Rotor

#### **4.4.4. Analisa Data Secara Keseluruhan**

Dari data uji coba generator DC magnet permanent dimana susunan magnet disusun secara rapat mengelilingi rotor. Dilihat dari tabel 4.1 dari pengujian generator DC tanpa MPPT dan tabel 4.2 dari pengujian generator DC dengan MPPT bahwa generator DC magnet permanen ini lebih efektif dan efisien dalam menghasilkan energi listrik dari pada generator AC magnet permanent yang di desain dengan double rotor magnet permanen. Dimana, pada pengujian generator DC magnet permanen dengan menggunakan MPPT pada putaran maksimum 250

rpm, nilai yang didapat yakni arus sebesar 1,3 A dan tegangan 12,1 V serta daya 15,73 watt. Sedangkan tanpa menggunakan MPPT pada putaran maksimum yang dihasilkan oleh motor DC yaitu 250 rpm, didapat nilai arus sebesar 1,1 A dan tegangan 11,70 dengan daya maksimum 12,87 Watt. Dapat dibandingkan dengan hasil pengujian generator AC double rotor magnet permanen, dimana pada putaran maksimum yaitu 512 rpm menghasilkan tegangan DC sebesar 10,40 V, dan Arus DC sebesar 0,067 A dan daya yang dihasilkan 0,59 Watt. Hal ini menunjukkan bahwa desain generator DC magnet permanen ini yang disusun rapat mengelilingi rotor lebih efektif dalam menghasilkan elektromagnetik dari pada desain generator AC double rotor magnet permanent yang mana masih harus menggunakan rangkaian penyearah untuk melakukan perubahan AC to DC.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data mengenai Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) Menggunakan Turbin Sumbu Vertikal Tipe Darrieus, maka dapat disimpulkan, bahwa:

1. Daya minimum yang dihasilkan oleh generator magnet permanen tanpa MPPT dengan sumber dari putaran motor DC sebesar 1,55 Watt dan daya maksimum yang dihasilkan sebesar 12,87 Watt. Namun, daya ini belum maksimum untuk generator DC magnet permanent dikarenakan generator ini masih dapat menerima kecepatan putaran lebih besar dari 250 rpm, sesuai dengan spesifikasi pada generator tersebut.
2. Daya minimum yang dihasilkan oleh generator magnet permanen menggunakan MPPT dengan sumber dari putaran motor DC sebesar 2,43 Watt dan daya maksimum yang dihasilkan sebesar 15,73 Watt. Namun, daya ini belum maksimum untuk generator DC magnet permanent dikarenakan generator ini masih dapat menerima kecepatan putaran lebih besar dari 250 rpm, sesuai dengan spesifikasi pada generator tersebut.
3. Keluaran Generator Magnet Permanent lebih optimal jika menggunakan MPPT.
4. Desain dari generator DC magnet permanen dengan menggunakan magnet bahan Neodymium (NdFeB) yang berjumlah 30 buah dengan panjang  $30 \times 10 \times 3$  mm yang disusun rapat mengelilingi rotor lebih dapat menghasilkan medan magnet induksi yang kuat dalam mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik lebih efektif dari pada desain generator AC double rotor magnet permanen.

## 5.2. Saran

Apabila alat dari proyek akhir ini akan digunakan sebagai salah satu media pembelajaran maka diharapkan untuk:

1. Kerapatan pada konstruksi *blade* turbin yang dibuat dengan menggunakan printer 3D printing harus diperbesar lagi minimal 75% agar *blade* tidak mudah rusak dan ketahanan konstruksi terjamin.
2. Melakukan pengecekan dan riset ulang terhadap generator yang digunakan agar mendapatkan output daya yang sesuai dengan kebutuhan.
3. Mencari lokasi uji coba dan penerapan teknologi yang sesuai dan aman.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Pribadi, “Workshop Indonesia-Jepang, Pemerintah Sampaikan Komitmen Peningkatan Akses Listrik Rendah Karbon,” *Kementerian ESDM RI*, 2021. <https://bit.ly/3woumk8> (accessed Jan. 13, 2021).
- [2] Zainuddin and E. Ervianto, “Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Laut di Perairan Kabupaten Karimun Kepulauan Riau,” *J. Online Mhs. Fak. Tek. Univ. Riau*, 2016.
- [3] F. Husain and W. Widianingrum, “PEMANFAATAN ENERGI ARUS LAUT PADA TELUK AWERANGE SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF YANG BEKERLANJUTAN,” *J. Inov. SAINS DAN Teknol. Kelaut.*, vol. I, no. 3, pp. 107–115, 2020.
- [4] J. F. Haqiqi, *Analisa Pola Arus Laut Dalam Mendukung Pengembangan Energi Listrik Tenaga Arus Di Selat Toyopakeh, Nusa Penida, Bali*. 2018.
- [5] J. H. Purba and F. B. Harlan, “Analisa Aplikasi Turbin Kobold Blade Kembar Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut,” *7th Appl. Bus. Eng. Conf.*, no. November 2019, 2020, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Jhon\\_Purba/publication/343787177\\_ANALISA\\_APLIKASI\\_TURBIN\\_KOBOLD\\_BLADE\\_KEMBAR\\_SEBAGAI\\_PEMBANGKIT\\_LISTRIK\\_TENAGA\\_ARUS\\_LAUT/links/5f4f1228458515e96d22aa9f/ANALISA-APLIKASI-TURBIN-KOBOLD-BLADE-KEMBAR-SEBAGAI-PEMBANGKIT-LIS](https://www.researchgate.net/profile/Jhon_Purba/publication/343787177_ANALISA_APLIKASI_TURBIN_KOBOLD_BLADE_KEMBAR_SEBAGAI_PEMBANGKIT_LISTRIK_TENAGA_ARUS_LAUT/links/5f4f1228458515e96d22aa9f/ANALISA-APLIKASI-TURBIN-KOBOLD-BLADE-KEMBAR-SEBAGAI-PEMBANGKIT-LIS).
- [6] R. R. Al Hakim, “Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energi Terbarukan untuk Ketahanan Energi di Indonesia: Literatur Review,” *ANDASIH J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–21, 2020, [Online]. Available: <http://www.jurnal.umitra.ac.id/index.php/ANDASIH/article/view/374>.
- [7] Salim, M. Purwandito, and F. Isma, “Pemodelan Arus Pasang Surut Dan Sedimen Melayang Muara Krueng Langsa,” *J. Media Tek. Sipil Samudra*, no. 1, pp. 13–21, 2020.

- [8] F. Rivantoro and I. S. Arief, “STUDI PEMILIHAN DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS LAUT (PLTAL) MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP),” *JURNALTEKNIK ITS*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [9] G. A. Suryo, “Menghadirkan Listrik Tenaga Arus Laut di Indonesia,” *mediaindonesi.com*, 2017. <https://mediaindonesia.com/teknologi/88640/menghadirkan-listrik-tenaga-arus-laut-di-indonesia>.
- [10] K. R. Malau, U. Budiarto, and E. S. Hadi, “Desain Dan Analisa Turbin Tipe H-Rotor Guna Meningkatkan Output Daya Listrik Pada Perencanaan Pembangunan PLTAL Di Selat Pantar,” *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 15, no. 1, pp. 24–32, 2018, doi: 10.14710/kpl.v15i1.18467.
- [11] W. A. Prayoga and R. Permatasari, “Perancangan dan Pemodelan Turbin Darrieus untuk Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL),” *Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 5–10, 2019, doi: 10.25105/ms.v10i1.4127.
- [12] L. F. Hidayat, “Pembuatan Model Pembangkit Listrik Tenaga Arus Air Dan Pengujian Variasi Jumlah Sudu Turbin Darrieus,” no. Universitas Trisakti, 2020.
- [13] F. Mananoma, A. Sutrisno, and S. Tangkuman, “Perancangan Poros Transmisi Dengan Daya 100 HP,” *J. Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2018.
- [14] Afandi and A. R. Afandi, . “Program Studi Teknik Mesin Fakultas,” UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA, 2018.
- [15] K. Ikhsan, Mawardi, A. Jannifar, and Zaimahwati, “RANCANG BANGUN ALAT SIMULATOR GEARBOX UNTUK PENGUJIAN KINERJA MINYAK PELUMAS,” *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [16] H. Yamashika and M. Kamil, “Pengujian Karakteristik Pengisian Baterai Dari Generator DC Magnet Permanen Menggunakan Solar Charging Controller,” vol. 4, no. 1, pp. 164–167, 2021.
- [17] W. A. Oktaviani, T. Barlian, and Y. Apriani, “Studi Awal Karakteristik Tegangan Ouput Generator Magnet Permanen dan Generator DC pada Turbin Kubah Masjid Putar,” *Electrician*, vol. 14, no. 2, pp. 56–63, 2020,

doi: 10.23960/elc.v14n2.2149.

- [18] D. P. Ramadhani, "IMPLEMENTASI SENSOR TEGANGAN DAN REGULATOR ARUS SEBAGAI MONITORING CHARGING BATERAI BERBASIS ARDUINO UNO," 2020.
- [19] M. Padmika, I. M. Satriya Wibawa, and N. L. P. Trisnawati, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Ventilator Sebagai Penggerak Generator," *Bul. Fis.*, 2017, doi: 10.24843/bf.2017.v18.i02.p05.
- [20] Y. I. A. Yani, *Rancang Bangun Buck-Boost Converter Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. 2017.
- [21] M. O tong and R. M. Bajuri, "Maximum Power Point Tracking (MPPT) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Buck-Boost Converter," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 5, no. 2, p. 103, 2017, doi: 10.36055/setrum.v5i2.1563.
- [22] Siswanto, M. Anif, D. N. Hayati, and Y. Yuhefizar, "Pengamanan Pintu Ruang Menggunakan Arduino Mega 2560, MQ-2, DHT-11 Berbasis Android," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 1, pp. 66–72, 2019, doi: 10.29207/resti.v3i1.797.
- [23] Atmel, "Arduino Mega 2560 Datasheet," *Power*, pp. 1–7, 2015, [Online]. Available: <http://www.robotshop.com/content/PDF/ArduinoMega2560Datasheet.pdf>.
- [24] I. Rudiantmadja, "RANCANG BANGUN DAN MONITORING CHARGER BATERAI DENGAN METODE CHARGING OTOMATIS MENGGUNAKAN RANGKAIAN SENSOR TEGANGAN DAN REGULATOR ARUS BERBASIS ARDUINO MEGA 2560," Universitas Diponegoro, 2018.
- [25] R. Tamami, I. Winarno, and D. Rahmatullah, "RANCANG BANGUN DAN MONITORING IOT BUCK BOOST CONVERTER MENGGUNAKAN METODE NEURAL NETWORK SEBAGAI PENSTABIL TEGANGAN PADA WIND TURBINE," pp. 211–216, 2019.
- [26] R. Y. Endra, A. Cucus, F. N. Affandi, and D. Hermawan, "Implementasi Sistem Kontrol Berbasis Web Pada Smart Room Dengan Menggunakan

- Konsep Internet of Things,” *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 10, no. 2, 2019, doi: 10.36448/jsit.v10i2.1316.
- [27] N. H. L. Dewi, M. F. Rohmah, and S. Zahara, “Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (IoT),” p. 3, 2019.
- [28] M. Yusuf Efendi and J. E. Chandra, “Implementasi Internet of Things Pada Sistem Kendali Lampu Rumah Menggunakan Telegram Messenger Bot Dan Nodemcu Esp 8266,” *Glob. J.*, vol. 19, no. 1, 2019.
- [29] Robi, “KONTROL DAN MONITORING STARBOT (SMART TRASH ROBOT) MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK,” POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA, 2019.
- [30] M. Taif, M. Y. H. Abbas, and Moh. Jamil, “Penggunaan Sensor ACS712 dan Sensor Tegangan untuk Pengukuran Jatuh Tegangan Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler dan Modul GSM shield,” *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, 2019, doi: 10.33387/protk.v6i1.1009.
- [31] H. Bench, “Keyes Ky-040 Arduino Rotary Encoder User Manual,” p. 4, 2015, [Online]. Available: <https://www.epitran.it/ebayDrive/datasheet/25.pdf>.
- [32] H. AL HANIF, “RANCANG BANGUN PERGERAKAN FLAP TERHADAP AIFLOW DALAM SIMULASI WIND TUNNEL,” 2019.
- [33] Salwin Anwar, T. Artono, Nasrul, Dasrul, and A. Fadli, “Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T,” *Pros. Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 272–276, 2019.
- [34] I. Muhtarudin, M. M. Ibrahim Ashari, ST, and M. Sotyohadi, ST, “PENGUKURAN KADAR KARBONDIOKSIDA (CO<sub>2</sub>) PADA TANAMAN HIDROPONIK,” no. C, 2019.

# **LAMPIRAN 1**

# **PROGRAM**



## 1. Program Utama Pada Papan Arduino Mega 2560

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <DS3231.h>
#include <SD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

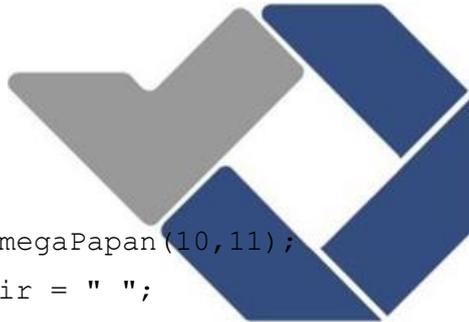
File MyFile;
const int pinCS = 53;

DS3231 rtc(SDA, SCL);
String hari;
String waktu;
String tanggal;
String bulan;

SoftwareSerial megaPapan(10,11);
String data_akhir = " ";
const int acs1 = A2;
const int acs2 = A3;

float VoltIn1,Volt1,VoltIn2,Volt2;
void SensorArus1()
{
    unsigned int x=0;
    float sampling = 0.0;
    float rata1 = 0.0;
    float hasilnilai = 0.0;
    float baca_sn;

    for( x = 0; x < 100; x++)
    {
```



```

    baca_sn = analogRead(acs1);
    sampling = sampling + baca_sn;
    delay(3);
    rata1 = sampling/5;
    hasilnilai = (((rata1 * (5.0 / 1024.0)) - 2.5) /
    0.66)/1000;
    delay(50);
}
}
void SensorArus2()
{
    unsigned int x2=0;
    float sampling2 = 0.0;
    float rata2 = 0.0;
    float hasilnilai2 = 0.0;
    float baca_sn2;
    for( x2 = 0; x2 < 100; x2++)
    {
        baca_sn2 = analogRead(acs2);
        sampling2 = sampling2 + baca_sn2;
        delay(3);
        rata2 = sampling2/5;
        hasilnilai2 = (((rata2 * (5.0 / 1024.0)) - 2.5) /
        0.66)/1000;
        delay(50);
    }
}
void SensorTegangan1()
{
    VoltIn1=analogRead(0);
    Volt1=((VoltIn1*0.004700)*5 );
    Serial.print(Volt1);
    Serial.println("V1");
    delay(50);
}

```

```

}
void SensorTegangan2()
{
    VoltIn2=analogRead(1);
    Volt2=((VoltIn2*0.004700)*5);
    Serial.print(Volt2);
    Serial.println("V2");
    delay(50);
}
void SDCard()
{
    MyFile = SD.open("hasil.txt", FILE_WRITE);
    if (MyFile)
    {
        hari = rtc.getDOWStr();
        waktu = rtc.getTimeStr();
        tanggal = rtc.getDateStr();
        bulan = rtc.getMonthStr();
        MyFile.println(hari); //hari
        MyFile.println(waktu);
        MyFile.println(tanggal);
        MyFile.print("Arus In = ");
        MyFile.println(hasilnilai);
        MyFile.print("Arus Out = ");
        MyFile.print(hasilnilai2);
        MyFile.println("A");
        MyFile.print("Teg In = ");
        MyFile.print(Volt1);
        MyFile.println("V");
        MyFile.print("Teg Out = ");
        MyFile.print(Volt2);
        MyFile.println("V");
        MyFile.print("LDR1 = ");
        MyFile.println(sensorLDR1);
    }
}

```

```

        MyFile.close();
    }
else
{
    Serial.println("Error opening test.txt");
}
}
void kirimdata()
{
    data_akhir = String(Volt1) + (',' ) + String(Volt2) + (',' )
        + String(hasilnilai1) + (',' ) + String(hasilnilai2);
    megaPapan.println(data_akhir);
}
void LCD1()
{
    lcd.setCursor(3, 0);
    lcd.print("EGI DAN PUTERI");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("VIN:");
    lcd.setCursor(4, 1);
    lcd.print(Volt1);
    lcd.setCursor(10, 1);
    lcd.print("VOUT:");
    lcd.setCursor(15, 1);
    lcd.print(Volt2);
    lcd.print("IIN:");
    lcd.setCursor(4, 2);
    lcd.print(hasilnilai);
    lcd.setCursor(10, 2);
    lcd.print("IOUT:");
    lcd.setCursor(15, 2);
    lcd.print(hasilnilai2);
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("RPM:");

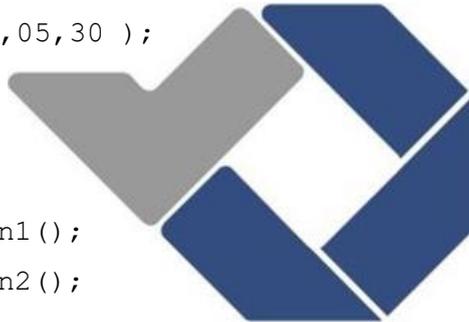
```

```

    lcd.setCursor(4, 3);
    lcd.print(hasilnilai2);
}
void setup()
{
    Serial.begin(115200);
    megaPapan.begin(9600);
    lcd.begin();
    lcd.backlight();

    Wire.begin();
    rtc.begin();
    rtc.setDate(02, 1, 2022);
    rtc.setDOW(SUNDAY);
    rtc.setTime(8,05,30 );
}
void loop()
{
    SensorTegangan1();
    SensorTegangan2();
    SensorArus1();
    SensorArus2();
    SDCard();
    kirimdata();
    LCD1();
}
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <DS3231.h>
#include <SD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
File MyFile;
const int pinCS = 53;

```



```

DS3231 rtc(SDA, SCL);
String hari;
String waktu;
String tanggal;
String bulan;

SoftwareSerial megaPapan(10,11);
String data_akhir = " ";
const int acs1 = A2;
const int acs2 = A3;
float VoltIn1,Volt1,VoltIn2,Volt2;
void SensorArus1()
{
  unsigned int x=0;
  float sampling = 0.0;
  float rata1 = 0.0;
  float hasilnilai = 0.0;
  float baca_sn;
  for( x = 0; x < 100; x++)
  {
    baca_sn = analogRead(acs1);
    sampling = sampling + baca_sn;
    delay(3);
    rata1 = sampling/5;
    hasilnilai = (((rata1 * (5.0 / 1024.0)) - 2.5) /
      0.66)/1000;
    delay(50);
  }
}
void SensorArus2()
{
  unsigned int x2=0;
  float sampling2 = 0.0;
  float rata2 = 0.0;

```

```

float hasilnilai2 = 0.0;
float baca_sn2;
for( x2 = 0; x2 < 100; x2++)
{
    baca_sn2 = analogRead(acs2);
    sampling2 = sampling2 + baca_sn2;
    delay(3);
    rata2 = sampling2/5;
    hasilnilai2 = ((rata2 * (5.0 / 1024.0)) - 2.5) /
        0.66)/1000;
    delay(50);
}
}
void SensorTegangan1()
{
    VoltIn1=analogRead(0);
    Volt1=((VoltIn1*0.004700)*5 );
    Serial.print(Volt1);
    Serial.println("V1");
    delay(50);
}
void SensorTegangan2()
{
    VoltIn2=analogRead(1);
    Volt2=((VoltIn2*0.004700)*5);
    Serial.print(Volt2);
    Serial.println("V2");
    delay(50);
}
void SDCard()
{
    MyFile = SD.open("hasil.txt", FILE_WRITE);
    if (MyFile)
    {

```

```

    hari = rtc.getDOWStr();
    waktu = rtc.getTimeStr();
    tanggal = rtc.getDateStr();
    bulan = rtc.getMonthStr();
    MyFile.println(hari); //hari
    MyFile.println(waktu);
    MyFile.println(tanggal);
    MyFile.print("Arus In = ");
    MyFile.println(hasilnilai);
    MyFile.print("Arus Out = ");
    MyFile.print(hasilnilai2);
    MyFile.println("A");
    MyFile.print("Teg In = ");
    MyFile.print(Volt1);
    MyFile.println("V");
    MyFile.print("Teg Out = ");
    MyFile.print(Volt2);
    MyFile.println("V");
    MyFile.print("LDR1 = ");
    MyFile.println(sensorLDR1);
    MyFile.close();
}
else
{
    Serial.println("Error opening test.txt");
}
}
void kirimdata()
{
    data_akhir = String(Volt1) + (',' ) + String(Volt2) + (',' )
        + String(hasilnilai1) + (',' ) + String(hasilnilai2);
    megaPapan.println(data_akhir);
}
void LCD1()

```

```

{
  lcd.setCursor(3, 0);
  lcd.print("EGI DAN PUTERI");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("VIN:");
  lcd.setCursor(4, 1);
  lcd.print(Volt1);
  lcd.setCursor(10, 1);
  lcd.print("VOUT:");
  lcd.setCursor(15, 1);
  lcd.print(Volt2);
  lcd.print("IIN:");
  lcd.setCursor(4, 2);
  lcd.print(hasilnilai);
  lcd.setCursor(10, 2);
  lcd.print("IOUT:");
  lcd.setCursor(15, 2);
  lcd.print(hasilnilai2);
  lcd.setCursor(0, 3);
  lcd.print("RPM:");
  lcd.setCursor(4, 3);
  lcd.print(hasilnilai2);
}

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  megaPapan.begin(9600);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  Wire.begin();
  rtc.begin();
  //rtc.setDate(02, 1, 2022);
  //rtc.setDOW(SUNDAY);
  //rtc.setTime(8,05,30 );

```



```

}
void loop()
{
  SensorTegangan1();
  SensorTegangan2();
  SensorArus1();
  SensorArus2();
  SDCard();
  kirimdata();
  LCD1();
}

```

## 2. Program Pada Papan NodeMCU ESP8266

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <Blynk.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include "Adafruit_MQTT.h"
#include "Adafruit_MQTT_Client.h"

#define WLAN_SSID      "egi"
#define WLAN_PASS      "cobacoba"

#define AIO_SERVER      "io.adafruit.com"
#define AIO_SERVERPORT  1883
#define IO_USERNAME     "egirian46"
#define IO_KEY          "aio_vKmW891VC1OEBy7Q20wnW124C1IU"

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
SoftwareSerial megaPapan(D5, D6);

WiFiClient client;

```

```

Adafruit_MQTT_Client      mqtt(&client,      AIO_SERVER,
      AIO_SERVERPORT, IO_USERNAME, IO_KEY);
Adafruit_MQTT_Publish    photocell          =
      Adafruit_MQTT_Publish(&mqtt,          IO_USERNAME
      "/feeds/egirian46");
Adafruit_MQTT_Subscribe  relay              =
      Adafruit_MQTT_Subscribe(&mqtt,       IO_USERNAME
      "/feeds/relay");

#define pin_relay D8
String Data;
uint32_t x=0;
char Kar;
String dataIn;
String dt[5];
bool parsing = false;
char auth[] = "o-pZ1kUVmnBUh0dFOZUB3ypUbWf5mT4M";
char ssid[] = "egi";
char pass[] = "cobacoba";
BlynkTimer timer;
int i = 0 ;
void MQTT_connect()
{
  int8_t ret;
  if (mqtt.connected())
  {
    return;
  }
  uint8_t retries = 3;
  while ((ret = mqtt.connect()) != 0)
  {
    mqtt.disconnect();
    delay(5000);
    retries--;
  }
}

```

```

        if (retries == 0)
        {
            while (1);
        }
    }
}

void myTimerEvent()
{
    Blynk.virtualWrite(V0, dt[1]);
    Blynk.virtualWrite(V1, dt[0]);
    Serial.println(dt[0]);
}

void setup()
{
    Serial.begin(115200);
    delay(10);
    megaPapan.begin(9600);
    Blynk.begin(auth, ssid, pass);
    timer.setInterval(300L, myTimerEvent);
    WiFi.begin(WLAN_SSID, WLAN_PASS);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
    {
        delay(500);
    }
    mqtt.subscribe(&relay);
    pinMode (pin_relay, OUTPUT);
    digitalWrite (pin_relay, 1);
}

void loop()
{
    MQTT_connect();
    Adafruit_MQTT_Subscribe *subscription;
    while ((subscription = mqtt.readSubscription(5000)))
    {

```

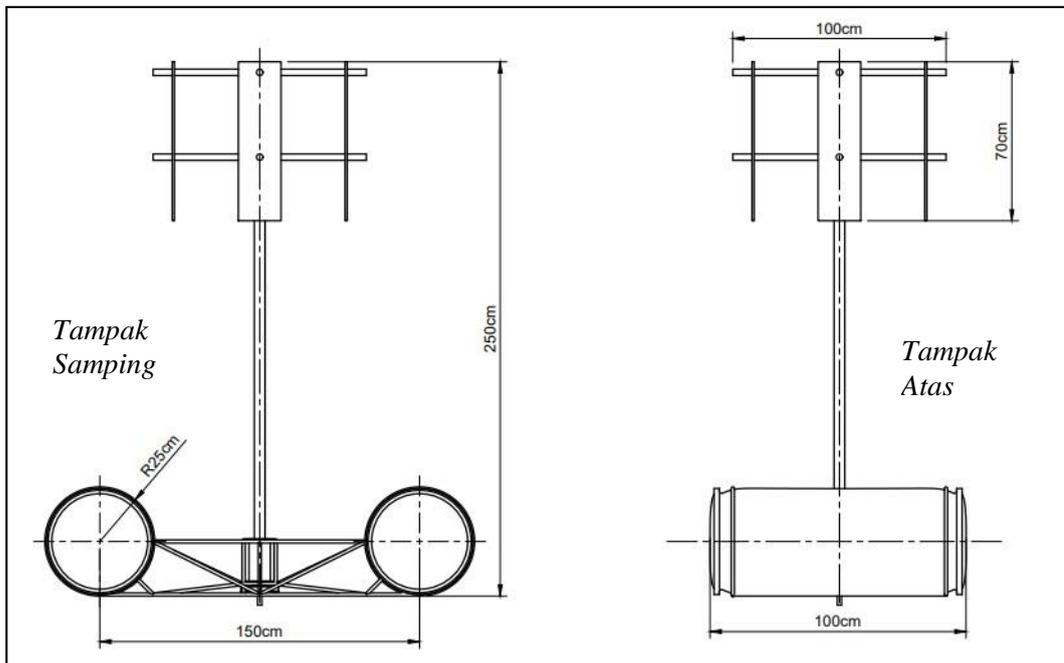
```

if (subscription == &relay)
{
    Data = (char *)relay.lastread;
    Serial.println(Data);
    if (Data == "OFF")
    {
        digitalWrite (pin_relay, 0);
    }
    else if (Data == "ON")
    {
        digitalWrite(pin_relay, 1);
    } } }
while(megaPapan.available(>0)
{
    Kar = megaPapan.read();
    dataIn += Kar;
    if(Kar == '\n')
    {
        int j=0;
        dt[j]="";
        for(i=1; i<dataIn.length();i++)
        {
            if((dataIn[i]==','))
            {
                j++;
                dt[j]="";
            }
            else {
                dt[j]=dt[j]+dataIn[i];
            } }
        Blynk.run();
        timer.run();
        delay(150);
    } } }

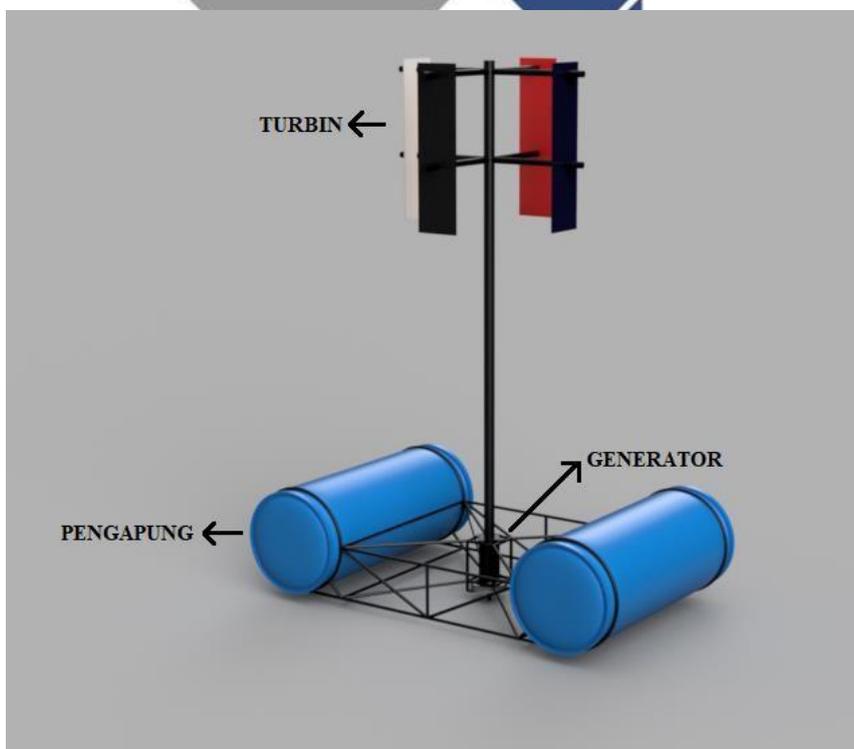
```

**LAMPIRAN 2**  
**GAMBAR KONTRUKSI ALAT**





Gambar 1. Dimensi Kontruksi Alat Secara Keseluruhan



Gambar 2. Kontruksi Alat

**LAMPIRAN 3**  
**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**



## 1. Daftar Riwayat Hidup Penulis 1

### Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Puteri Islamega Taufani
2. Jenis Kelamin : Perempuan
3. Program Studi : D-IV Teknik Elektronika
4. NIM : 1051820
5. Tempat, Tanggal Lahir : Sungailiat, 4 Februari 2001
6. Alamat E-mail : puteriislamega@yahoo.com
7. Nomor Telepon/HP : 085269539573

### Pengalaman Kemahasiswaan

1. Forum Lembaga Legislatif Mahasiswa Indonesia (FL2MI) Wilayah Kep. Bangka Belitung | Koordinator Wilayah FL2MI Kep. Bangka Belitung | 2020-2021 dan Prov. Kep. Bangka Belitung
2. Senat Mahasiswa Polmanbabel | Sekretaris II | 2019-2020 dan Sungailiat
3. Organisasi Kegiatan Robotik Polmanbabel | Sekretaris I | 2019-2020 dan Sungailiat
4. WCD (World Clean Day) Kabupaten Bangka | Sekretaris II | 2019-2020 dan Sungailiat
5. English Club Polmanbabel | Anggota | 2018-2019 dan Sungailiat

### Prestasi/Pencapaian

1. Juara 1 dan *Best Presentation* Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional Incredible Competition 3, Universitas Bangka Belitung, 2019
2. Peserta Kontes Robot Seni Tari Indonesia (KRSTI) Tingkat Regional I, Ristekdikti, 2019

Sungailiat, 15 Februari 2022

Penulis I,



**Puteri Islamega Taufani**

## 2. Daftar Riwayat Hidup Penulis 2

### Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Egi Riansyah
2. Jenis Kelamin : Laki-laki
3. Program Studi : D-IV Teknik Eelektronika
4. NIM : 1051805
5. Tempat, Tanggal Lahir : Mentok, 23 Juli 2000
6. Alamat E-mail : egirian46@gmail.com
7. Nomor Telepon/HP : 085758600093

### Pengalaman Kemahasiswaan

1. Forum Komunikasi Mahasiswa Politeknik Indonesia (FKMPI) Kep. Bangka Belitung | Koordinator Penalaran dan Keilmuan FKMPI Babel | 2019-2020 dan Prov. Kep. Bangka Belitung
2. Badan Eksekutif Polmanbabel | Menteri Luar Negeri | 2019-2020 dan Sungailiat
3. Komunitas Aksara Muda Kabupaten Bangka | Ketua | 2017-2019 dan Sungailiat
4. Organisasi Kegiatan Robotik Polmanbabel| Anggota Organisasi | 2019-2020 dan Sungailiat
5. UKKI Al-Farisi Polmanbabel| Anggota Organisasi | 2019-2020 dan Sungailiat

### Prestasi/Pencapaian

1. Peserta Kontes Robot Seni Tari Indonesia (KRSTI) Tingkat Regional I, Ristekdikti, 2019

Sungailiat, 15 Februari 2022

Penulis 2,



**Egi Riansyah**