

**PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN  
SEBAGAI PENERANGAN DERMAGA DI PULAU PANJANG**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**ALDI HIDAYAT**

**17.812.0032**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2024**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 27/3/24

Access From ([repository.uma.ac.id](https://repository.uma.ac.id))27/3/24

**PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
ANGIN SEBAGAI PENERANGAN DERMAGA DI PULAU PANJANG**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Elektro

Universitas Medan Area



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2024**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 27/3/24

Access From (repository.uma.ac.id)27/3/24

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul skripsi : Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga

Angin Sebagai Penerangan Dermaga di Pulau Panjang

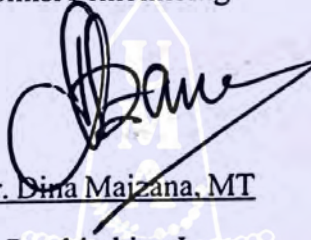
Nama : Aldi Hidayat

Npm : 17.812.0032

Fakultas : Teknik

Disetujui oleh :

Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Dina Maizana, MT

Pembimbing I



Tanggal lulus : 13 September 2023

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam skripsi ini yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 13 September 2023

Aldi Hidayat  
17.812.0032

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di  
bawah ini :

Nama : Aldi Hidayat  
NPM : 17.812.0032  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada  
Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive  
Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :


“Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sebagai Penerangan  
Dermaga Di Pulau Panjang” Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).  
Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak  
menyimpan. Mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan  
data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/ skripsi/ tesis saya  
selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai  
pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 13 September 2023

Yang menyatakan



Aldi Hidayat

## ABSTRAK

PLTB (pembangkit listrik tenaga bayu) adalah salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti energi konvensional yang cadangan bahan baku energinya semakin hari semakin berkurang. PLTB sangat bermanfaat juga bagi daerah yang potensi angin yang memadai untuk penggunaan PLTB di mana di daerah tersebut sulit mendapatkan energi listrik yang memadai. Dalam perancangan pembangunan PLTB harus terlebih dahulu memperhatikan potensi angin di daerah tersebut, dan rancangan PLTB untuk penerangan lampu dermaga Pulau Panjang dibutuhkan perhitungan yang akurat untuk dapat menentukan sistem PLTB yang optimal. Beberapa faktor yang di hitung dalam perancangan yaitu potensi daya yang dapat di bangkitkan, jumlah beban yang dilayani sistem, dan kebutuhan turbin, dari hasil perhitungan skripsi ini di dapatkan daya harian yang dapat dibangkitkan oleh turbin angin sebesar 597,6212 Wd untuk beban lampu penerangan dermaga 540 Wh.

**Kata kunci:** *PLTB, Angin, Lampu penerangan, Energi terbarukan*

## ABSTRACT

*PLTB (wind power plant) is one of the renewable energy sources that can be used as a substitute for conventional energy whose reserves of energy raw materials are decreasing day by day. PLTB is also very useful for areas with adequate wind potential for the use of PLTB where it is difficult to obtain adequate electrical energy in these areas. In planning the PLTB construction, it must first pay attention to the wind potential in the area, and the PLTB design for lighting the Pulau Panjang pier lights requires accurate calculations to be able to determine the optimal PLTB system. Several factors are calculated in the design, namely the potential power that can be generated, the amount of load served by the system, and the needs of the turbine. From the results of this thesis calculation, the daily power that can be generated by a wind turbine is 597.6212 Wd for the load of dock lighting. 540 Wh.*

*Keywords: PLTB, Wind, Lighting, renewable energy*

## KATA PENGANTAR

Allhamdulillahirabbilalamin segala puji syukur selalu kita lafaskan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kita nikmat iman, ilmu dan ihsan sehingga kita dapat menjalani kehidupan duniawi ini dengan sebaik – baiknya guna mengharap ridha dari Allah SWT guna di kehidupan ukhrawi yang kekal dan abadi kelak. Dan atas nikmat demikianlah kita masih dapat menjalankan aktivitas dengan sebaik-baiknya.

Adapun judul yang saya angkat dalam memenuhi tugas akhir ini yakni “PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN SEBAGAI PENERANGAN DERMAGA DI PULAU PANJANG” skripsi ini disusun guna menjadi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata 1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Pada proses penulisan skripsi ini terdapat banyak sekali bantuan dan dukungan yang penulis dapatkan, baik berupa dukungan moral, moril dan doa untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada:

1. Orang tua saya yang telah menguliahkan saya hingga selesai, terutama kepada ayah saya Afdanil syah yang berjuang dalam membiayai kuliah saya dalam situasi ekonomi yang terbatas dan ibu saya Erlieti yang selalu mendukung dan mendoakan saya dalam perkuliahan sampai selesai.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng, Supriatno ST.MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.



4. Bapak Ir. Habib Satria, MT, IPP selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area
5. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, MT selaku dosen pembimbing saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu saya hingga selesai.
6. Seluruh Dosen program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah memberikan pengetahuannya ketika mengajar mata kuliah dengan ikhlas kepada penulis dan seluruh Staff Pengajar Universitas Medan Area khususnya program studi Teknik Elektro.
7. Kepada empat adik saya Rafki Azizan, Zandra Aldani, Azizul Hakim, Raisa Rhamadani, Aiza Ketty yang telah memberikan motivasi, semangat dan doa kepada saya.
8. Kepada teman saya Riska Aulina Syafitri S.Pd yang telah mensupport dan memberikan doanya kepada saya dari awal penulisan penelitian ini hingga selesai.
9. Kepada rekan kelas saya terkhusus untuk stambuk teknik elektro 2017 dan seluruh pihak yang membantu dalam proses penulisan skripsi ini hingga selesai.

Akhir kata semoga apa yang terkandung dalam skripsi ini dapat bermanfaat serta dapat menjadi referensi dalam lingkup pengembangan ilmu ke depan.

Semoga Allah SWT selalu mencurahkan kebaikan serta kasih sayang-Nya kepada seluruh pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi dan pendidikan ini.

Medan,

Aldi Hidayat



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jorong Simpang Nagari Koto Nan Duo, Koto Balingka, Pasaman Barat, Sumatera Barat pada tanggal 21 September 1997 dari ayah yang bernama Afdanil Syah dan Ibu Erlieti. Penulis ialah putra sulung dari 6 bersaudara.

Menyelesaikan sekolah dasar di SDN 5 Koto Balingka pada tahun 2010, sekolah menengah pertama di SMP N 1 Lembah Melintang pada tahun 2013 dan sekolah menengah atas di SMA N 1 Lembah Melintang pada tahun 2016. Serta masuk dan terdaftar pada perguruan tinggi swasta Universitas Medan Area pada tahun 2017.

Selama menjadi mahasiswa jurusan teknik elektro penulis dapat mengetahui hal-hal dasar tentang apa itu teknik elektro dan seluk beluk di dalamnya. Dari pelajaran tersebut semoga apa yang dipelajari dapat menjadi kebermanfaatan bagi penulis khususnya dan masyarakat umum.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Metode Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Proses Terjadinya Angin.....	5
2.1.1 Macam-Macam Angin.....	5
2.1.2 Skala dan Klasifikasi Kecepatan Angin Berdasarkan Alam .....	8
2.2 Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) .....	8
2.2.1 Sistem Turbin Angin .....	10
2.2.2 Baterai.....	11
2.2.3 Kincir/ Blade .....	12
2.2.4 <i>Permanent Magnet Generator (PMG)</i> .....	14
2.2.5 Ekor/ <i>Fin</i> .....	15
2.2.6 Tower.....	15
2.2.7 <i>Controller</i> .....	16
2.2.8 Inverter.....	17

<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian .....	19
3.2 Metode Analisis.....	20
3.2.1 Metode Pustaka.....	20
3.2.2 Metode Lapangan .....	21
3.2.3 Metode Analisa .....	21
3.2.4 Metode Diskusi.....	21
3.3 FlowChart.....	22
3.4 Jadwal Penelitian .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Perencanaan PLTB .....	24
4.1.1 Menghitung Kapasitas PLTB .....	24
4.1.2 Menghitung Potensi Turbin Angin .....	31
4.1.3 Menghitung Jumlah Turbin Angin .....	36
4.2 Menghitung Kapasitas Baterai .....	37
4.3. Menghitung Biaya Pembangunan .....	39
4.4 Skema Sistem PLTB .....	41
4.4.1 Skema Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu .....	41
4.4.2 Wiring Diagram Sistem Pembangkit Listrik Tenaga bayu .....	42
4.5 Perbandingan Nilai Ekonomis PLTB dengan PLTD di PulauPanjang...43	
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>44</b>
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran.....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>48</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Skala dan Klasifikasi Kecepatan Angin Berdasarkan Alam.....	8
Tabel 3 1 jadwal penelitian.....	23
Tabel 4 1 Total Kebutuhan Energi Listrik Perhari.....	24
Tabel 4 2 Kecepatan angin daerah pulau panjang pembacaan weather radar.....	26
Tabel 4 3 Data Perbandingan Kecepatan Angin.....	27
Tabel 4 4 Kecepatan Angin Daerah Pulau Panjang Setelah Perbandingan.....	30
Tabel 4 5 Data Perhitungan Potensi Turbin Angin.....	35
Tabel 4 6 Daftar Harga.....	40



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Proses terjadinya angina darat dan angin laut .....	5
Gambar 2 2 Proses Angin Gunung Dan Angin Lembah.....	6
Gambar 2 3 proses angin siklon dan angin antisisiklon .....	6
Gambar 2 4 proses angin fohn .....	7
Gambar 2 5 sistem turbin angin .....	11
Gambar 2 6 Macam-macam desain turbin angin HAWT .....	12
Gambar 2 7 macam macam vertical axis wind turbine .....	13
Gambar 2 8 PMG .....	14
Gambar 2 9 <i>fin</i> .....	15
Gambar 2 10 tower.....	15
Gambar 2 11 sistem <i>control</i> .....	16
Gambar 2 12 Rangkaian <i>Rectifier</i> .....	17
Gambar 2 13 Inverter .....	18
Gambar 3 1 citra satelit pulau panjang.....	19
Gambar 3 2 Dermaga kecil Pulau Panjang .....	20
Gambar 4 1 Denah Dermaga dan Tata Letak Lampu Penerangan.....	25
Gambar 4 2 Skema Sistem Pembangkit Listrik Tenaga bayu.....	41
Gambar 4 3 Wiring Diagram Sistem Pembangkit Listrik Tenaga bayu .....	42

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Krisis penyediaan listrik di beberapa daerah mengakibatkan efek tidak menguntungkan bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia sebab pertumbuhan ekonomi masyarakat menyebabkan permintaan akan tenaga listrik meningkat. Untuk mengatasi hal tersebut pemerintah berupaya membuat pembangkit listrik alternatif memanfaatkan sumber daya yang bisa diperbaharui seperti angin, cahaya matahari dan lain-lain (Mahmudi, 2010). Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (Lapan) pernah melakukan survei energi angin di dua puluh daerah di Indonesia. Kecepatan rata-rata angin di Indonesia pertahun sekitar 2 sampai 6 m/s. Beberapa daerah di Indonesia bagian timur memiliki kecepatan angin rata-rata 5 m/s.

Pengembangan dan pemanfaatan energi baru terbarukan termasuk energi angin sebagai tulang punggung energi nasional menurut Kementerian ESDM akan terus diupayakan pemerintah guna mencapai target bauran energi nasional sebesar 23% yang berasal dari EBT pada 2025 mendatang.

Pemanfaatan energi angin sebagai pembangkit listrik pada penerangan dermaga belum banyak dilakukan, khususnya termasuk dermaga kecil di daerah Pulau Panjang yang minim penerangan pada malam hari diakibatkan kurangnya pemasokan energi listrik, maka timbul masalah bagaimana menyediakan energi listrik untuk penerangan dermaga dengan memanfaatkan energi angin yang berhembus di daerah Pulau Panjang dengan menggunakan jenis turbin angin HAWT (*horizontal axis wind turbine*). Penelitian ini di harapkan dapat



menyelesaikan permasalahan tentang penggunaan salah satu bentuk energi terbarukan, dengan merencanakan sistem pembangkit listrik tenaga angin yang dimanfaatkan sebagai penerangan dermaga di Pulau Panjang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pembangkit listrik tenaga angin memiliki faktor-faktor penentu agar dapat bekerja optimal menghasilkan daya yang dibutuhkan. Uraian rumusan masalah tentang pembangkit listrik tenaga angin yang penulis tulis meliputi:

1. Apakah pertimbangan yang diperlukan dalam perencanaan sistem PLTB sebagai penerangan dermaga di Pulau Panjang ?
2. Apakah perencanaan PLTB dapat menghasilkan energi yang memadai untuk pelayanan beban yang dibutuhkan ?
3. Berapakah biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan PLTB sebagai penerangan dermaga di Pulau Panjang ?
4. Berapa besar nilai ekonomis yang didapatkan dari PLTB dibandingkan dengan energi konvensional PLTD ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian sebagai berikut:

1. Untuk dapat menentukan pertimbangan yang diperlukan dalam perencanaan sistem PLTB sebagai penerangan dermaga di Pulau Panjang.
2. Untuk dapat menentukan apakah perencanaan PLTB dapat menghasilkan energi yang memadai untuk pelayanan beban yang dibutuhkan.
3. Untuk dapat menentukan berapakah biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan PLTB sebagai penerangan dermaga di Pulau Panjang.

4. Untuk dapat menentukan berapa besar nilai ekonomis yang didapatkan dari PLTB dibandingkan dengan energi konvensional PLTD.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian adalah:

1. Manfaat secara teoritis, sebagai wahana pelajaran pengembangan keilmuan terutama peneliti tentang potensi pembangkit listrik tenaga angin sumbu horizontal (HAWT) dan penanggulangan krisis energi.
2. Dapat dijadikan *referensi* pengembangan sistem pembangkit listrik tenaga angin sebagai pemasok energi listrik di Pulau Panjang.

#### **1.5 Batasan Masalah**

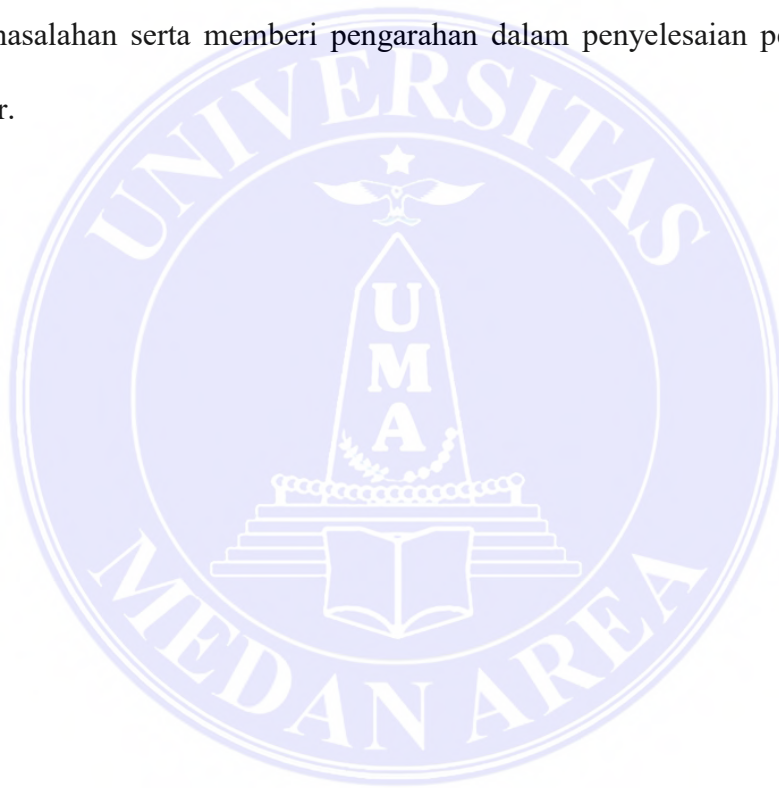
Berhubungan dengan adanya keterbatasan waktu dan pengetahuan penulis dalam rangka mendapatkan pembahasan yang mudah untuk dipahami maka penulis perlu membatasi masalah yang akan diuraikan dalam penulisan ini, yaitu sebagai berikut:

1. Ketersediaan kecepatan angin dalam perancangan PLTB di Pulau Panjang untuk menghasilkan daya yang cukup untuk melayani beban.
2. Pembebanan perancangan PLTB hanya untuk penerangan Dermaga.

#### **1.6 Metode Penelitian**

Untuk dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik maka ditetapkan beberapa metode diantaranya dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi literature, yaitu merujuk teori yang berhubungan dengan topik pembahasan dari berbagai sumber yakni, buku, jurnal penelitian, skripsi dan tesis.
2. Studi lapangan, yaitu dengan melakukan observasi secara langsung di lapangan untuk mendapatkan data dan keterangan yang di perlukan untuk penelitian.
3. Studi bimbingan, yaitu dengan melakukan diskusi dengan dosen pembimbing yang telah di tentukan pihak fakultas untuk membantu memecahkan permasalahan serta memberi pengarahan dalam penyelesaian penulisan tugas akhir.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

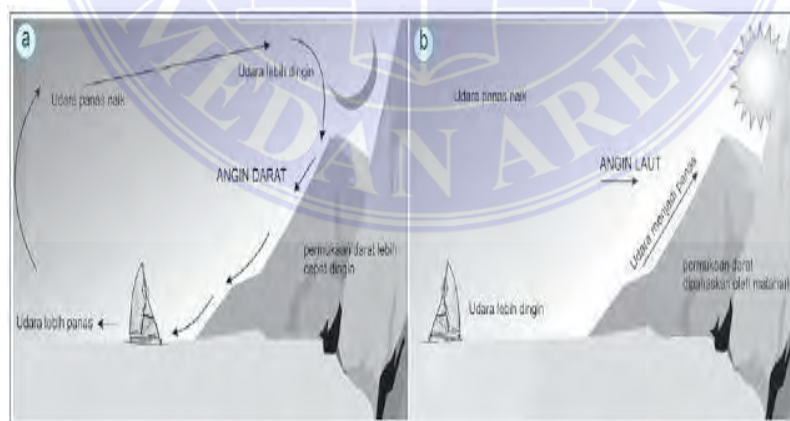
#### 2.1 Proses Terjadinya Angin

Angin merupakan salah satu unsur yang dapat mempengaruhi kondisi cuaca dan iklim. Angin adalah pergerakan udara yang disebabkan oleh perbedaan tekanan udara yang mengakibatkan adanya hembusan atau tiupan disuatu tempat atau daratan.

##### 2.1.1 Macam-Macam Angin

###### 1. Angin Darat dan Angin Laut

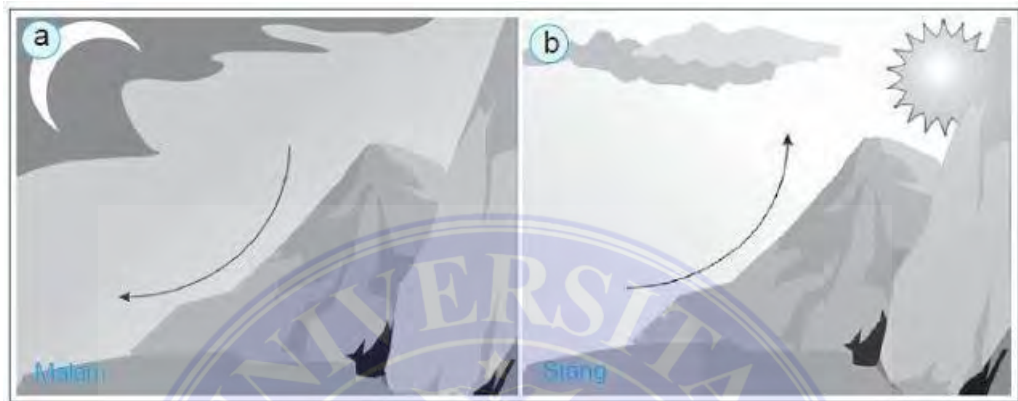
Angin darat terjadi pada malam hari karena suhu di laut pada malam hari sangat tinggi karena air laut dapat menahan panas matahari pada siang hari. Angin laut terjadi pada siang hari karena suhu di darat lebih tinggi karena pantulan panas matahari merenggangkan udara di daratan. Proses terjadinya angin darat dan angin laut ini ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Proses terjadinya Angin Darat dan Angin Laut

## 2. Angin Gunung dan Angin Lembah

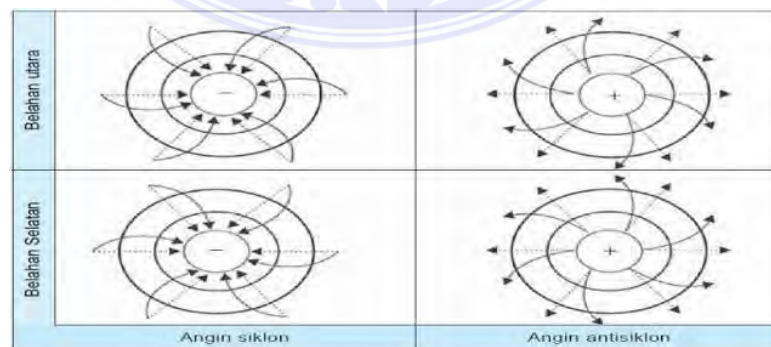
Malam hari suhu pegunungan lebih dulu mendingin sedangkan lembah masih hangat. Siang hari pegunungan lebih dulu mendapat pemanasan dibandingkan lembah. Proses terjadinya ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Proses Angin Gunung dan Angin Lembah

## 3. Angin Siklon dan Angin Antisiklon

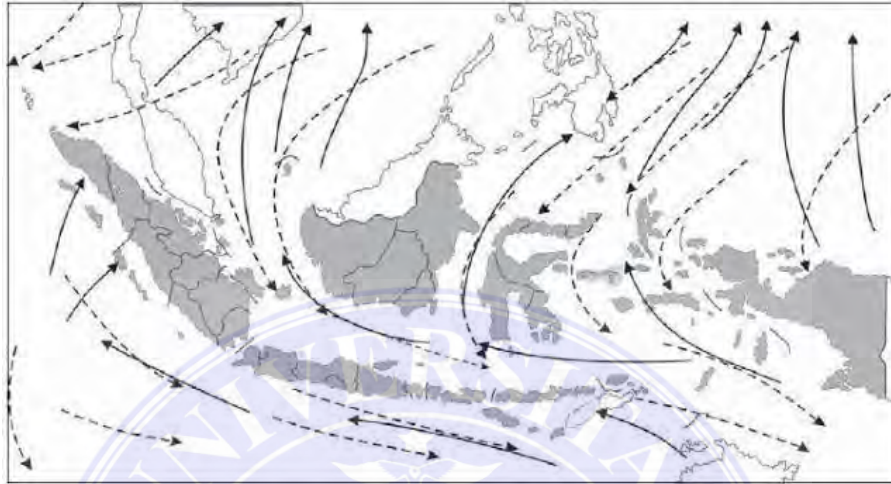
Angin siklon adalah udara yang bergerak dari beberapa daerah bertekanan udara tinggi menuju titik pusat tekanan udara rendah. Angin antisiklon bergerak dari suatu daerah sebagai pusat bertekanan udara tinggi menuju daerah bertekanan rendah yang mengelilinginya seperti ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Proses Angin Siklon dan Angin Antisiklon

#### 4. Angin Fohn

Angin fohn terjadi karena udara yang turun mendapatkan pemanasan secara dinamis yang diikuti menurunnya kelembapan nisbi seperti gambar 2.4.



Gambar 2.4 Proses Angin Fohn

#### 5. Angin Munson Barat

Angin Munson Barat terjadi dari Oktober hingga April. Letak matahari berada di belahan bumi selatan, sehingga suhu di belahan bumi selatan lebih tinggi dari pada belahan bumi utara, dan angin bertiup dari belahan bumi utara menuju belahan selatan.

#### 6. Angin Munson Timur

Angin Monson timur terjadi dari bulan April hingga Oktober. Posisi matahari berada di belahan bumi utara. Menyebabkan Benua Australia mengalami musim dingin sehingga bertekanan tinggi. Pada saat yang sama benua Asia lebih panas, sehingga tekanannya rendah.

### 2.1.2 Skala dan Klasifikasi Kecepatan Angin Berdasarkan Alam

Tabel 2.1 Skala dan Klasifikasi Kecepatan Angin Berdasarkan Alam

Kelas	Kecepatan Angin (m/s)	Kondisi Alam
1	0.00-0.2	
2	0.3-1.5	Angin tenang, asap lurus keatas
3	1.6 – 3.3	Asap bergerak mengikuti arah angin
4	3.4 – 5.4	Wajah terasa ada angin, daun-daun bergoyang
5	5.5 -7.9	Ranting pohon bergoyang
6	8.0 – 10.7	Ranting pohon bergoyang, bendera berkibar
7	10.8 – 13.8	Air dikolam berombak kecil
8	13.9 -17.1	Ujung pohon melengkung, hembusan angin terasa di telinga
9	17.2 – 20.7	Dapat mematahkan ranting
10	20.8 – 24.4	Dapat mematahkan ranting pohon, rumah rubuh
11	24.4 – 28.4	Dapat merubuhkan pohon, menimbulkan kerusakan
12	28.5 – 32.6	Menimbulkan kerusakan parah

## 2.2 Sistem Konversi Energi Angin (SKEA)

Indonesia adalah suatu negara yang dikarunia potensi alam yang begitu besar, salah satunya angin. Potensi angin yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi, mempunyai kecepatan diatas 5 m/s dan itu berada pada 120 lokasi dan tersebar di wilayah Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan dan Pantai Selatan Jawa (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2006).

Energi angin merupakan energi alternatif yang mempunyai prospek baik karena selalu tersedia di alam, dan merupakan sumber energi yang bersih dan terbarukan kembali. Proses pemanfaatan energi angin melalui dua tahapan konversi yaitu:

1. Aliran angin akan menggerakkan rotot (baling-baling) yang menyebabkan rotor berputar searah dengan angin bertiup.
2. Putaran rotor dihubungkan dengan generator sehingga dapat dihasilkan listrik.

Dengan demikian energi angin merupakan energi kinetik atau energi yang disebabkan oleh kecepatan angin untuk dimanfaatkan memutar sudu-sudu kincir angin. Untuk memanfaatkan energi angin menjadi energi listrik maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung energi angin dengan persamaan (hau, 2005).

Energi kinetik pada suatu turbin angin dapat dirumuskan seperti pada persamaan berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

$E_k$  = Energi Kinetik (Joule)

$m$  = massa udara (kg)

$v$  = kecepatan angin (m/s)

Mukund R. Patel menambahkan, seperti yang terlihat dalam persamaan daya angin sebelumnya, keluaran daya dari turbin angin bervariasi linear dengan daerah yang melewati rotor blade. Untuk turbin sumbu horizontal, daerah yang melewati rotor blade adalah: (Alamsyah, 2007)

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \dots\dots\dots(2)$$



Dimana :

A : luas penampang ( $m^2$ )

D : diameter bilah kincir/ blade (m)

Untuk mendapatkan daya efektif dari angin yang mungkin dihasilkan dari suatu kincir adalah :

$$P_{mt} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot C_p \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

$P_{mt}$  = daya efektif kincir angin/ daya mekanik turbin (watt)

$C_p$  = efisiensi blade (0.59)

A = luas penampang ( $m^2$ )

V = kecepatan angin (m/s)

$\rho$  = kerapatan udara ( $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ )

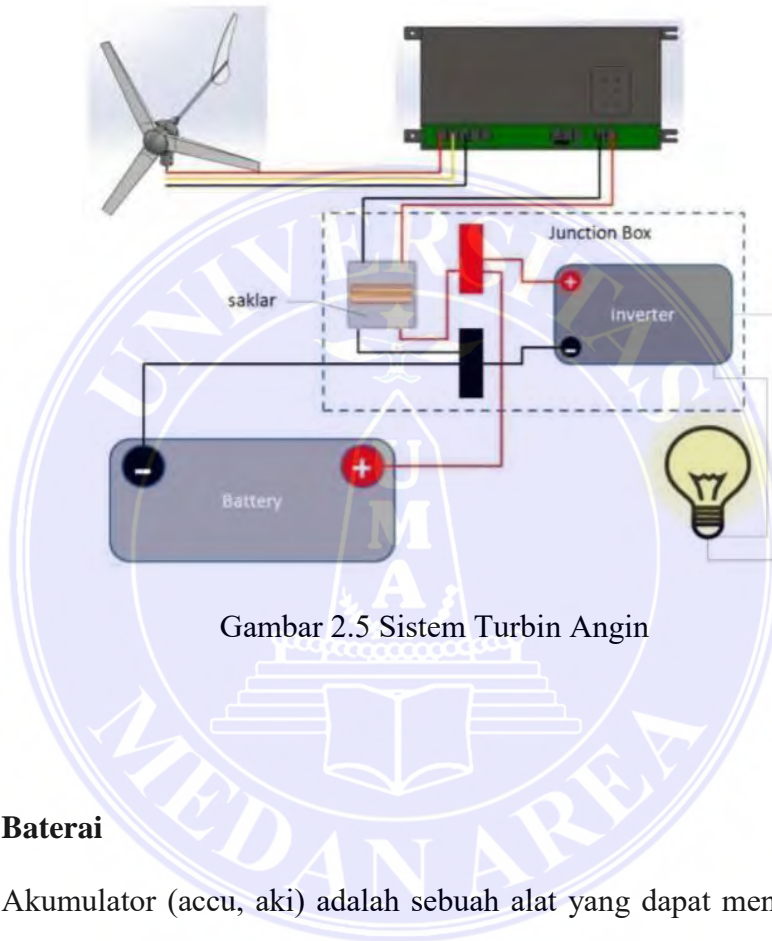
efisiensi kerja turbin tidak dapat melebihi 0,59 hal tersebut dikenal sebagai limit betz.

### 2.2.1 Sistem Turbin Angin

Putaran blade membuat generator berputar dan menghasilkan tegangan AC 3 fasa yang mewakili vektor arah angin, yaitu u, v, dan w. Kemudian dialirkan menuju controller (teknologi pengamanan dan konversi energi) dan hasil keluaran dari controller ini berupa tegangan DC (telah dikonversi dari AC menjadi DC karena media penyimpanan energi dalam bentuk DC).

Setelah itu, dialirkan kembali menuju *data logger* dilakukan perekaman data dan selanjutnya disimpan kedalam baterai/ aki. Sebelum digunakan ke beban

(peralatan listrik AC), energi yang telah disimpan ini harus dikonversi terlebih dahulu melalui inverter (tegangan DC menjadi AC).



Gambar 2.5 Sistem Turbin Angin

### 2.2.2 Baterai

Akumulator (accu, aki) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Untuk pemilihan baterai sebagai pemasok dari turbin dengan menggunakan persamaan:

$$PB = \text{jumlah beban perhari} \times 2 \dots\dots\dots(4)$$

$$PB / \text{volt} / \text{amp} = \text{buah baterai}$$

Ket: PB = kapasitas baterai

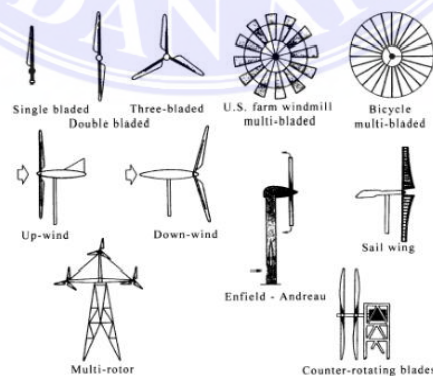
### 2.2.3 Kincir/ Blade

Desain dari kincir/ turbin angin sangat banyak macam jenisnya, berdasarkan bentuk rotor, kincir angin dibagi menjadi dua tipe, yaitu turbin angin sumbu mendatar (*horizontal axis wind turbine*) dan turbin angin sumbu vertikal (*vertical axis wind turbine*).

#### 1. *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT)

HAWT merupakan turbin yang poros utamanya berputar menyesuaikan arah angin. Agar rotor dapat berputar dengan baik, arah angin harus sejajar dengan poros turbin dan tegak lurus terhadap arah putaran rotor. Biasanya turbin jenis ini memiliki *blade* berbentuk *airfoil* seperti bentuk sayap pada pesawat. Secara umum semakin banyak jumlah *blade*, semakin tinggi putaran turbin.

Setiap desain rotor mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan turbin jenis ini, yaitu memiliki efisiensi yang tinggi, dan *cut-in wind speed* rendah. Kekurangannya, yaitu turbin jenis ini memiliki desain yang lebih rumit karena rotor hanya dapat menangkap angin dari satu arah sehingga dibutuhkan pengarah angin.



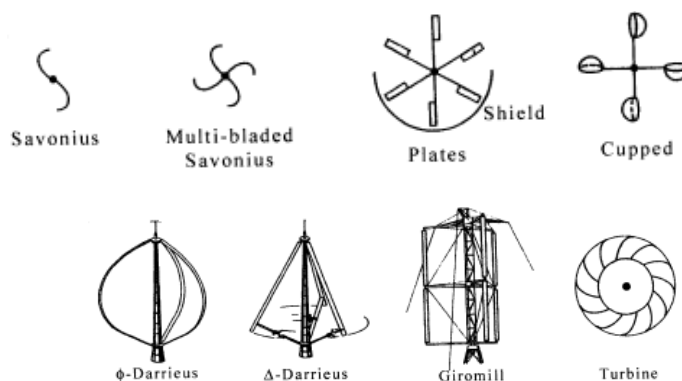
Gambar 2.6 Macam-macam Desain Turbin Angin HAWT

## 2. *Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)*

VAWT merupakan turbin angin sumbu tegak yang gerakan poros dan rotor sejajar dengan arah angin, sehingga rotor dapat berputar pada semua arah angin. VAWT juga mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya yaitu memiliki torsi tinggi sehingga dapat berputar pada kecepatan angin rendah, generator dapat ditempatkan dibagian bawah turbin sehingga mempermudah perawatan dan kerja turbin tidak dipengaruhi arah angin. Kekurangannya yaitu kecepatan angin dibagian bawah sangat rendah sehingga apabila tidak memakai tower akan menghasilkan putaran yang rendah, dan efisiensi lebih rendah dibandingkan HAWT.

Ada tiga model rotor pada turbin angin jenis ini, yaitu: Savonius, Darrieus, dan H rotor. Turbin Savonius memanfaatkan gaya *drag* sedangkan Darrieus dan H rotor memanfaatkan gaya *lift*. Turbin Savonius ditemukan oleh sarjana Finlandia bernama Sigurd J. Savonius pada tahun 1922, konstruksi turbin sangat sederhana tersusun dari dua buah sudut setengah silinder.

Salah satu model VAWT yang mempunyai desain terbaik yang menggunakan kombinasi *drag* dan *lift* untuk menghasilkan tenaga, sehingga memiliki torsi *startup* yang sangat baik dan efisiensi adalah model Lenz



Gambar 2.7 Macam macam *Vertical Axis Wind Turbine*

### 2.2.4 *Permanent Magnet Generator (PMG)*

Desain dari PMG sendiri dirancang secara khusus karena mempertimbangkan energi utama yang dikonversi adalah energi angin. Dibutuhkan rpm rendah untuk memutar PMG supaya menghasilkan Listrik.

Fluksi magnet yang dibutuhkan untuk pembangkitan energi listrik didapat dari magnet permanen, maka generator tidak memerlukan proses *exitasi* pembangkitan sehingga efisiensi penggunaan energi listrik untuk dimanfaatkan sebagai suplai beban sangat tinggi.



Gambar 2.8 PMG

Rumus perhitungan daya listrik menggunakan persamaan sebagai berikut:

(Utomo, dkk, 2017).

$$P_e = P_{mt} \times n_{Gen} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

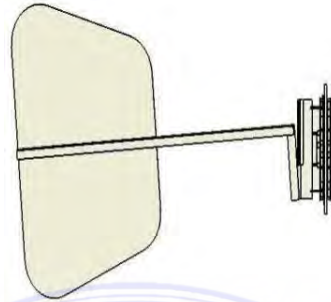
P = daya efektif listrik yang dihasilkan (watt)

P<sub>mt</sub> = mekanik turbin (watt)

n<sub>Gen</sub> = efisiensi generator (0,75)

### 2.2.5 Ekor/ *Fin*

*Fin* atau ekor pada turbin angin berfungsi untuk mengubah posisi generator dan turbin agar sesuai dengan arah datangnya angin.



Gambar 2.9 *Fin*

### 2.2.6 Tower

Tower atau tiang penopang adalah struktur dari turbin angin horizontal yang berfungsi sebagai struktur utama penopang dari komponen sistem terangkai dari sudu, poros, dan generator.

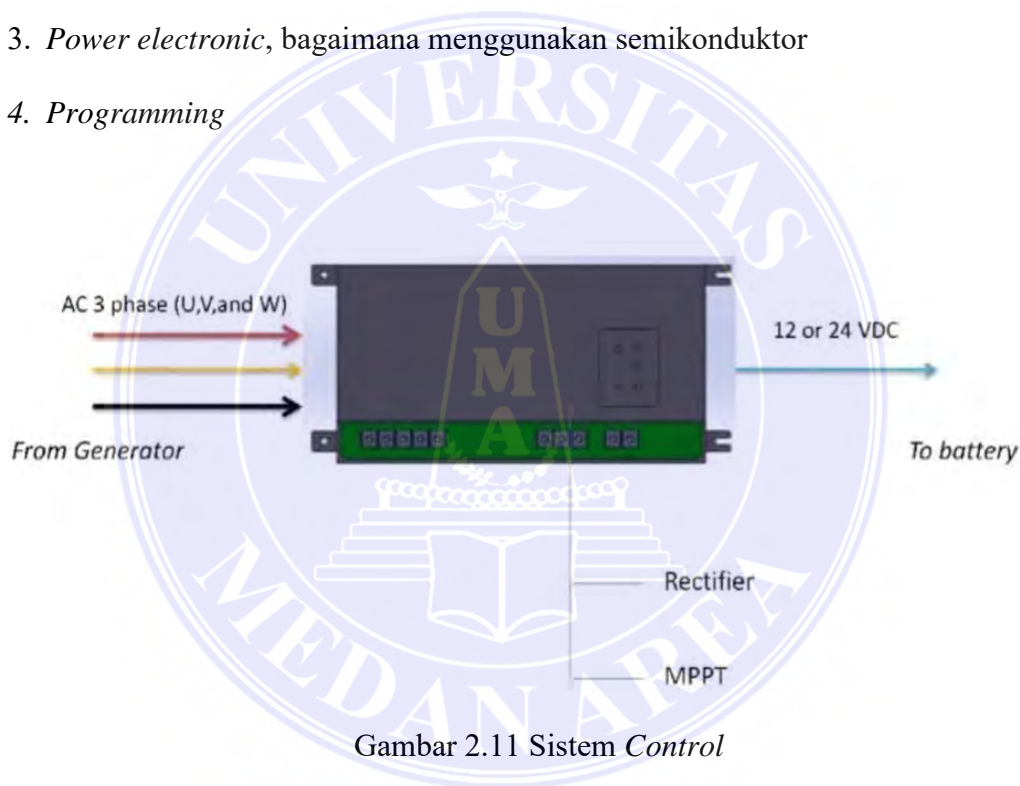


Gambar 2.10 Tower

### 2.2.7 Controller

*Controller* berfungsi sebagai alat konversi energi listrik dari *AC* menjadi *DC* dan pengatur sistem tegangan masukan yang fluktuatif dari generator untuk distabilkan sebelum disimpan ke baterai. Beberapa aspek yang harus dipahami untuk merancang *controller*, seperti:

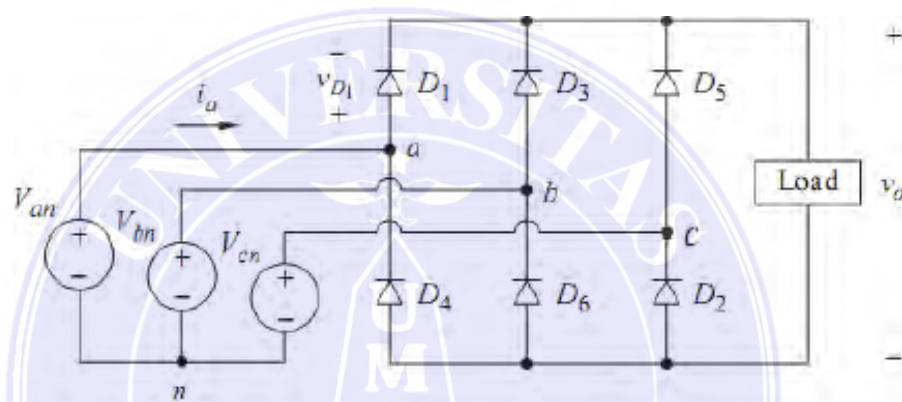
1. Elektronika
2. *Control Otomatic*
3. *Power electronic*, bagaimana menggunakan semikonduktor
4. *Programming*



Gambar 2.11 Sistem *Control*

*Maximum power point tracker* rangkaian *DC* yang mengoptimasikan keluaran daya dari generator sebelum dialirkan untuk disimpan ke baterai. Regulator tegangan melindungi komponen-komponen yang ada di dalam controller dari aliran arus tinggi. Controller dapat secara otomatis menghentikan pengecasan saat baterai penuh.

Didalam *controller*, ada *rectifier* yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan AC menjadi DC supaya sesuai dengan media penyimpanannya, yaitu berupa baterai DC. Hasil dari *rectifier* ini lalu diolah oleh sistem berupa MPPT dengan bantuan *Transformer* dan *Mosfet* yang mengubah DC power untuk dipecah-pecahkan menjadi tegangan DC yang lebih kecil dan arus yang disesuaikan sehingga sesuai dengan kapasitas baterai.



Gambar 2.12 Rangkaian *Rectifier*

Cara kerja dari *rectifier* adalah misalkan tegangan dan arus AC dari sumber awalnya bernilai 160 V dan 3 A ( $P = V \times I$ , maka nilai dayanya adalah 480 W) dialirkan ke *controller* untuk dikonversi menjadi listrik DC yang sesuai dengan kapasitas baterai, maka tegangan dan arusnya menjadi 24 V dan 20 A ( $P = 480W$ ).

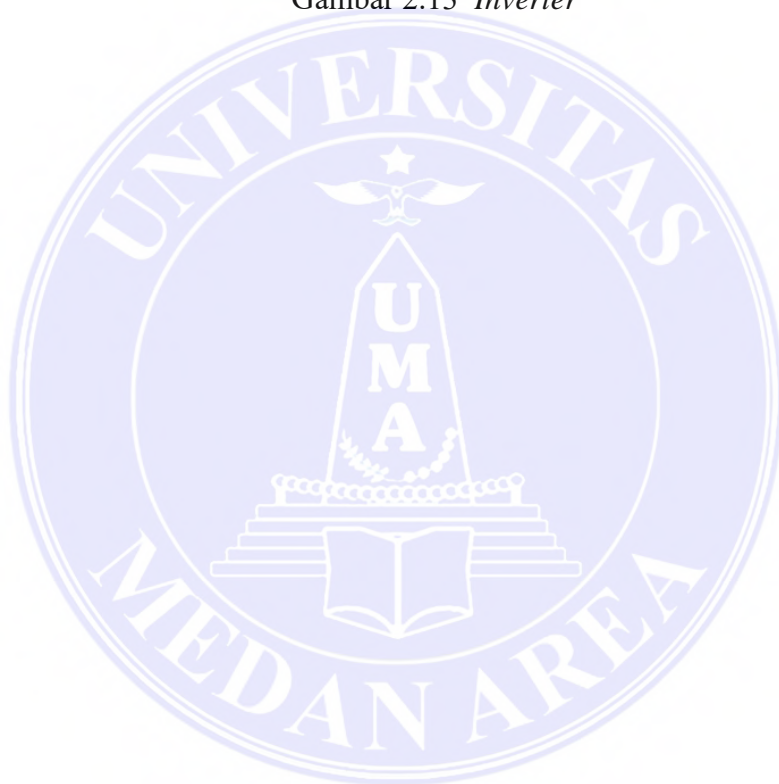
### 2.2.8 Inverter

Inverter merupakan alat yang memiliki fungsi untuk mengkonversi listrik DC (searah) dari baterai menjadi listrik AC (bolak-balik) agar dapat digunakan untuk peralatan listrik AC (bolak-balik) seperti peralatan umum.





Gambar 2.13 *Inverter*



## BAB III

### METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

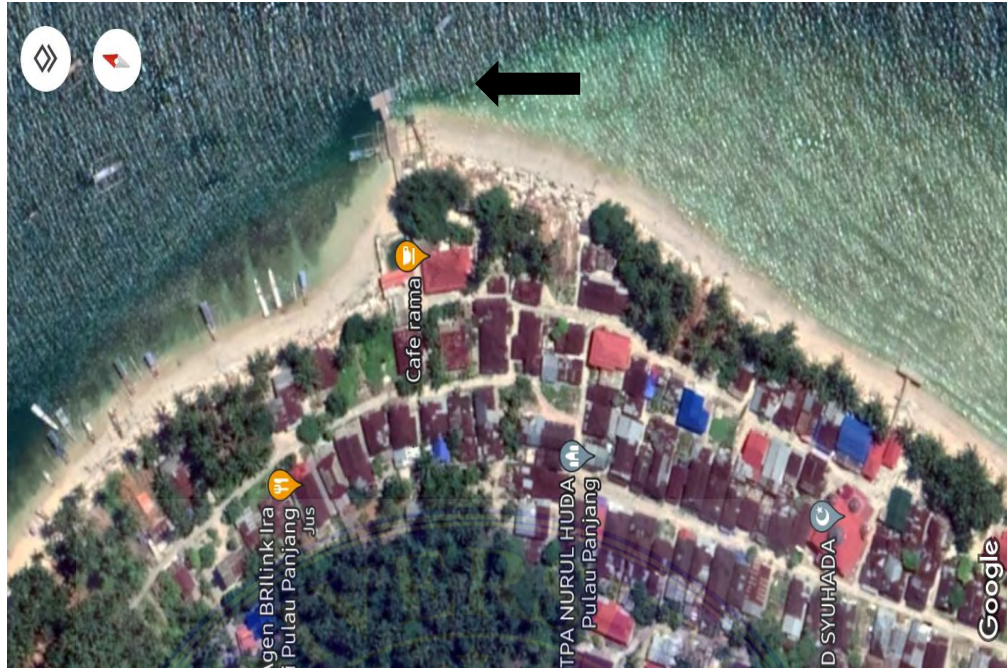
Waktu dan tempat penelitian tugas akhir ini dilaksanakan pada:

Waktu : 01 November 2021 sampai 31 Januari 2022

Tempat : Dermaga Pulau Panjang Nagari Air Bangis, Kecamatan Sungai Beremas, Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat.



Gambar 3.1 Citra Satelit Pulau Panjang



Gambar 3.2 Dermaga kecil Pulau Panjang

## 3.2 Metode Analisis

### 3.2.1 Metode Pustaka

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis mencari bahan dan materi yang dijadikan sebagai patokan dalam penulisan penelitian ini. Adapun bahan-bahan tersebut dapat berupa literatur, artikel, jurnal, *handbook* dan buku-buku yang berkenaan dengan PLTB dan sistemnya.

Serta mengumpulkan data berupa:

#### 1. Data Primer

Data primer adalah data yang diambil dari lokasi penelitian, yang digunakan untuk perhitungan mengenai perencanaan pembangunan PLTB di dermaga Pulau Panjang sebagai penerangan.

## 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang di dapatkan dari studi literatur mengenai PLTB.

### 3.2.2 Metode Lapangan

Pada metode ini, peneliti melakukan pengamatan di Dermaga Pulau Panjang untuk mengetahui potensi perencanaan penelitian yang membahas mengenai pembangunan PLTB sebagai penerangan Dermaga Pulau Panjang, dengan menggunakan perbandingan metode analisa dan perhitungan data.

### 3.2.3 Metode Analisa

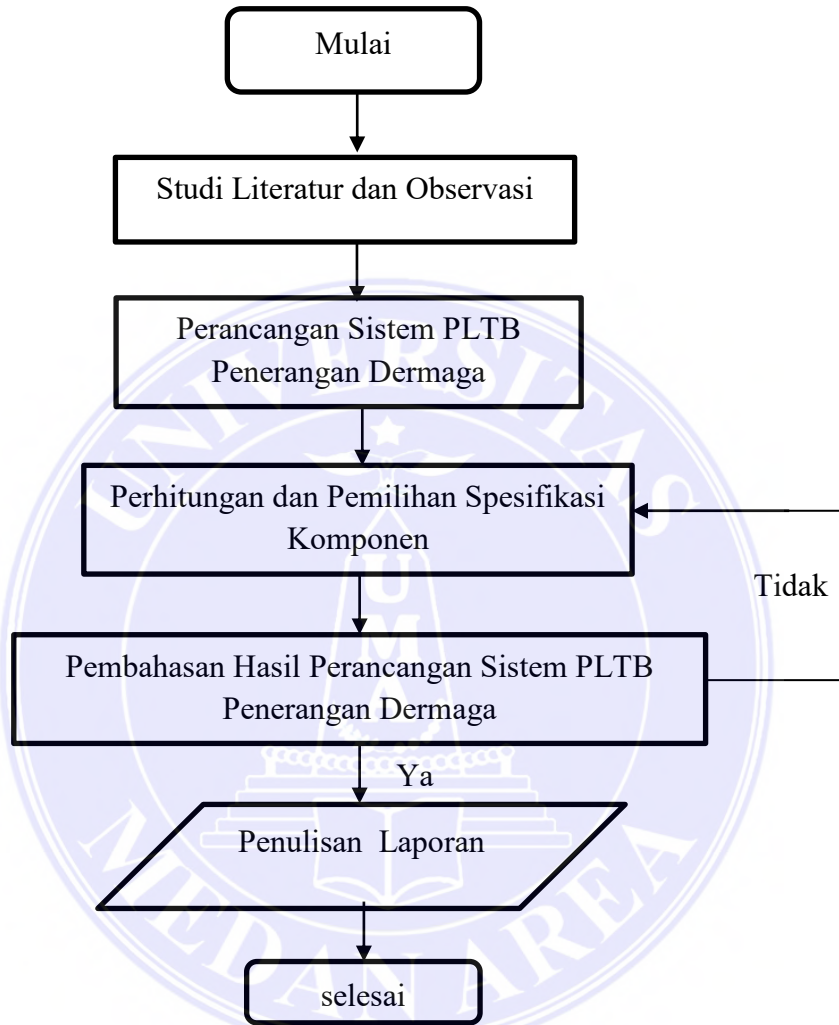
Perhitungan potensi dan pemahaman hasil studi ditinjau dari data dan pembahasan yang didapatkan.

### 3.2.4 Metode Diskusi

Melakukan konsultasi dan diskusi dengan dosen pembimbing skripsi.

### 3.3 FlowChart

Untuk memudahkan pemahaman tentang yang dilakukan dalam penelitian, maka digunakan *flowchart* sebagai berikut:



### 3.4 Jadwal Penelitian

Rincian jadwal penelitian sebagai berikut :

no	Kegiatan	November				Desember				Januari			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur	■	■										
2	Pembahasan formula rumus			■	■								
3	Pengambilan data			■	■	■	■	■	■				
4	Analisa data					■	■	■	■	■	■		
5	Penulisan laporan									■	■	■	■

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perencanaan pembangunan sistem PLTB dengan beban 540 W telah dibuat sesuai spesifikasi komponen yang sudah ditentukan untuk Dermaga maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Untuk pertimbangan yang diperlukan dalam perencanaan pembangunan PLTB haruslah disesuaikan dengan jenis beban yang akan disuplai serta kebutuhan, supaya pemilihan komponen-komponennya dapat optimal. Komponen yang digunakan berupa: 2 buah generator turbin tipe *HAWT*, 2 buah *Controller Wind Turbine*, 2 buah baterai, 1 buah *Inverter* dan 3 buah lampu sorot *LED*.
2. Dari hasil analisa perhitungan yang telah dihitung dapat disimpulkan bahwa potensi pembangkitan energi listrik yang dihasilkan sebesar 597,6212 Wd cukup dan memadai untuk dipergunakan menunjang lampu penerangan Dermaga yang memiliki beban sebesar 540 Wh.
3. Pembahasan biaya pembangunan yang telah dihitung pada bab sebelumnya, terhitung total biaya pembangunan sebesar Rp 47.052.000.- untuk menunjang penggunaan beban sebesar 540 Wh.
4. Biaya balik modal yang di dapatkan dari pembangunan PLTB ini ialah selama 7,2 tahun yang di dapatkan dari perbandingan biaya operasional PLTD selama 1 tahun sebesar Rp 6,511,680,00.

## 5.2 Saran

Disarankan kepada pemerintah daerah, kedepannya dapat memanfaatkan PLTB sebagai salah satu pembangkit listrik yang dapat dijadikan alternatif sumber energi bagi daerah yang sulit mendapatkan sumber energi listrik dari PLN.





## DAFTAR PUSTAKA

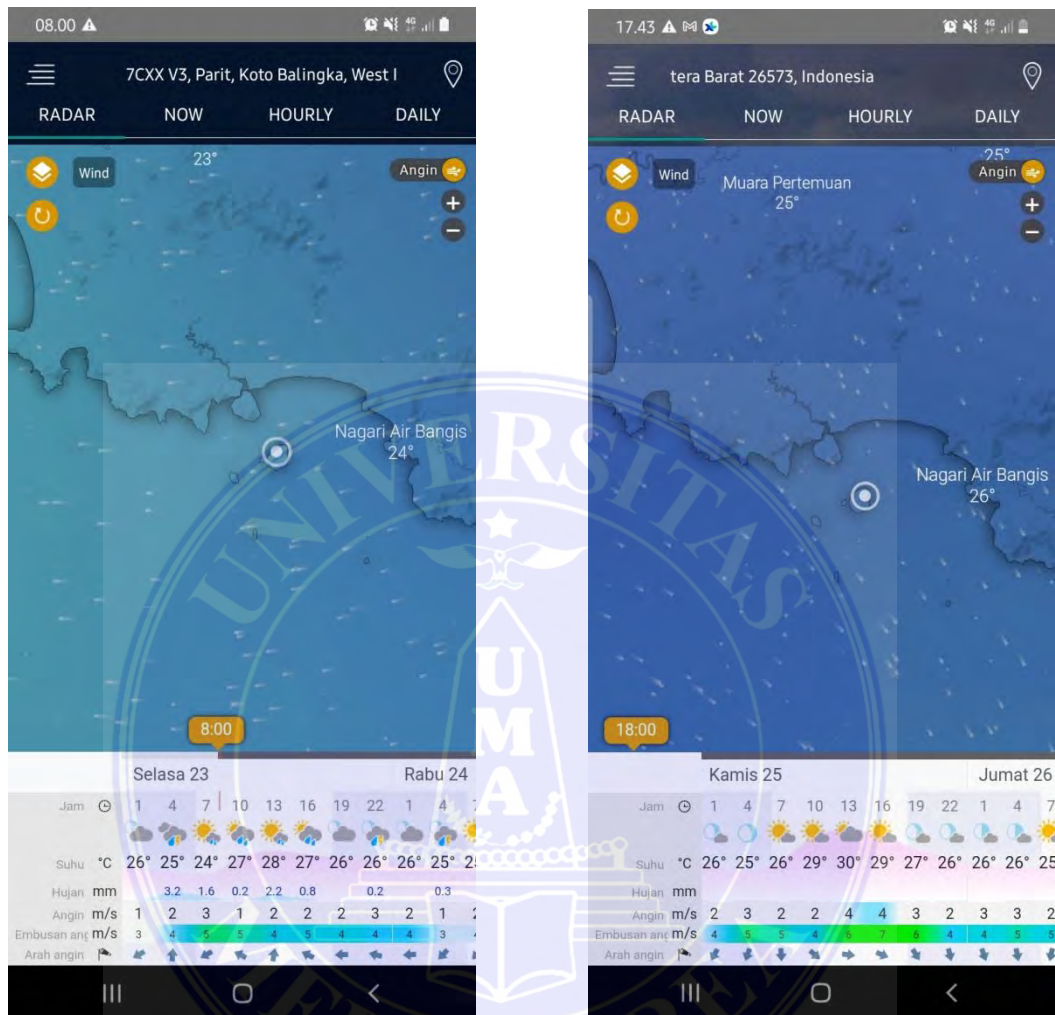
- [1]. Prasetyo, Septian Dhimas. (2018) „Rancang Bangun Pembangkit Hybrid Tenaga Angin Dan Sel Surya Untuk Penerangan Jalan Raya“, *Teknik Elektro Univ.Muhammadiyah Surakarta*
- [2]. Nahkoda, Yusuf I., dan Choirul Saleh. (2015) „Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Listrik Portable“, *Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Malang* .
- [3] Putranto, Adityo., Andika Prasetyo., Dan Arif Zatmiko. (2011) „Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga“, *Teknik Mesin Univ. Diponegoro*.
- [4] Bahari, Syamsul. (2015) „Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Desa Sungai Nibung Kecamatan Teluk Pakedai Kabupaten Kubu Raya“, *Teknik Elektro Univ.TanjungPura*.
- [5] Mawardi., Zufri Hasrudy Siregar. (2020) „Rancangan Kincir Anfin Prototipe 18 PU 400“, *Jurnal Vorteks, Vol. 01 No. 01 Univ. Al-Azhar*.
- [6] Dulhadi., Yandri., Dan Rudi Kurnianto. (2020) „Analisis Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Panti Indah Kakab Kab. Kubu Raya Kalimantan Barat“, *Teknik Elektro Univ. Tanjungpura*.
- [7] Igbal, M., R M Sis Darmanto Adinandra ST M.Sc Ph.D, „ Pembuatan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berkapasitas 100 Watt“, *Teknik Elektro Univ. Islam Indonesia*.
- [8] Putra, Gede Andre Agusta Putra., I Ketut Wijaya, I Wayan Arta Wijaya. (2020) „Analisis Perhitungan Ulang Lampu Penerangan Jalan Bypass Ngunrah Rai“, *Jurnal Spektrum Vol. 7, No 4* .
- [9] Buku „Energi Yang Terbarukan“, Pnpm
- [10] Harmini & Titik Nurhayati. 2018. Pemodelan Sistem Pembangkit Hybrid Portable Tenaga Surya Dan Angin Dengan Sistem Hybrid Untuk Tempat Pengungsian Bencana Alam. *Jurnal Artificial Intelligence & Application*.1 (2): 085-093.
- [11] Suriadi & Mahdi Syukri. 2010. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYS Komplek Perumahan di Banda Aceh. *Jurnal Rekayasa Elektrika*.
- [12] Sumkajati, Sigit & Mohammad Hafidz. 2015. Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW On Grid di Yogyakarta. *Jurnal Energi Dan Kelistrikan*.

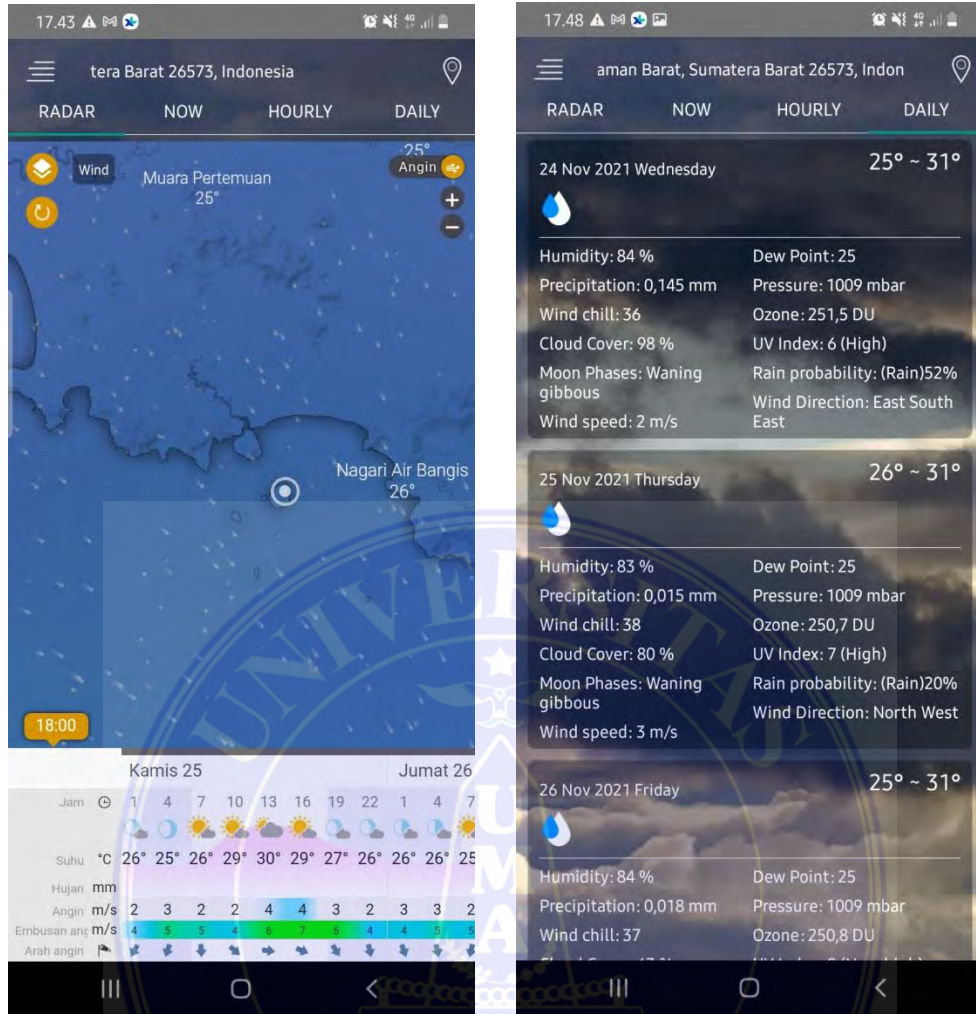
- [13] Widyanto, S.W. dkk. 2018. Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid di Pulau Wangi-Wangi. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- [14] Nugroho, Difi Nuary. 2011. Analisis Pengisian Baterai Pada Rancang Bangun Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Savonius Untuk Pencatuan Beban Listrik. Skripsi Fakultas Teknik Universitas Indonesia.



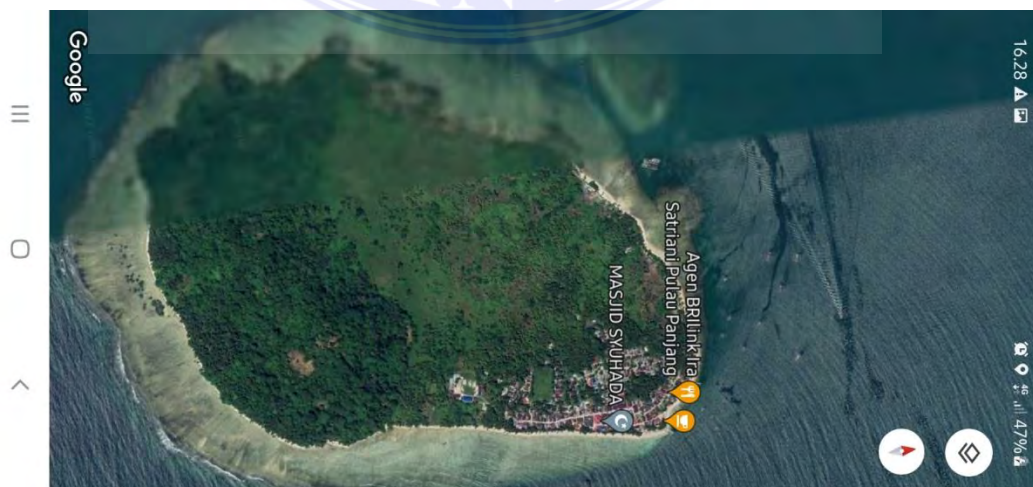
## LAMPIRAN

### 1. Data pembacaan kecepatan angin melalui aplikasi *weather radar*





## 2. Desa Pulau Panjang



### 3. Dermaga

