

## BAB 2 LANDASAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka pada tugas akhir ini membahas tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai acuan dan penambahan referensi dalam pengembangan metode yang ingin dirancang dalam tugas akhir yang akan dibuat.

Penelitian terkait dengan turbin angin sumbu horisontal sebelumnya telah dilakukan Aas Wasri Hasanah pada tahun 2017 dengan judul “Perancangan Data Logger Turbin Angin Berbasis *Microcontroller* Atmega” penelitian ini menggunakan jenis turbin angin sumbu horisontal. Sistem *data logger*nya meliputi hasil tegangan, dan arus yang dihasilkan oleh turbin angin setiap waktunya. Jenis penyimpanan hasil *data logger* tersimpan di SD Card. Untuk penampilan hasil yang diperoleh menggunakan *Liquid Crystal Display (LCD)*<sup>[7]</sup>.

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Victor Tuapetel, Arif Ikbal Tripayoga dan M. Putu Santika, penelitiannya membahas mengenai “Analisa dan Pengujian Turbin Angin Savonius 4 Sudu.” Jenis pengujian tipe turbinnya berbeda tetapi isi pengujian nya hampir sama yaitu membahas daya yang dihasilkan generator, kecepatan angin, koefisien daya ( $C_p$ ), pengujian waktu terhadap tegangan dan arus. Dalam penelitian tersebut disimpulkan kecepatan angin setiap waktunya berubah, daya generator semakin besar seiring dengan kecepatan angin meningkat dan putaran pada poros motor berbanding lurus dengan kecepatan angin, begitu sebaliknya<sup>[8]</sup>.

Prabowo Ridho, Muid Abdul dan Adriat Riza pada tahun 2018 melakukan sebuah penelitian pembuatan alat pengukur kecepatan angin berbasis *microcontroller* ATmega328P. Alat yang dirancang dapat merekam data kecepatan angin secara *real time* dan hasilnya disimpan pada kartu memori. Sistem yang dibuat menggunakan modul *board* Arduino Uno R3, *optocoupler* modul *Real Time Clock (RTC)*, *Secure Digital Card (SD Card)*, dan *Liquid Crystal Display (LCD)*. Pengujian dilakukan dengan membandingkannya dengan alat standar yaitu AWS (*Automatic Weather Station*) milik Balai Pengamatan Antariksa dan Atmosfer Pontianak-Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat mengukur

kecepatan angin secara *real time* setiap 1 menit dengan *error* rata-rata sebesar 3,6% [9].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Fabiean Baihaqi Ma'aruf dengan judul penelitian "Analisa Karakteristik Turbin Angin Sumbu Horisontal 3 Sudu 12 V di Pantai Puger." Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan turbin angin sumbu horisontal 300W dengan *wind charger controller* 12 VDC beserta efisiensinya berdasarkan pembebanan di Pantai Puger. Untuk pengujian nya dilakukan dengan beban lampu DC 105Watt yaitu terdiri dari 5 buah lampu DC 12 Volt 21Watt yang dirangkai secara paralel. Data yang diambil yaitu tegangan, arus yang dihasilkan oleh turbin angin dengan berdasarkan waktu dan kecepatan angin yang terukur di Pantai Puger<sup>[10]</sup>.

M.Zainul Hasan pada tahun 2019 melakukan penelitian mengenai "Sistem *Off-grid* Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis IoT (*Internet of Things*). Pada penelitian ini, merancang dan membuat sistem *off-grid* berbasis IoT yang dilakukan secara *real time*. Alat ini menggunakan 2 sensor yaitu sensor arus dan sensor tegangan. Kedua sensor tersebut akan memonitoring arus dan tegangan yang dihasilkan oleh turbin angin jenis vertikal. Komponen pendukung yang digunakan diantaranya relay 5V dan 12V, inverter 500 Watt, dan beban lampu AC 10, 15 dan 25 Watt, serta accu 12volt 5 Ah sebagai baterainya. Pengujian monitoring dilakukan secara terpisah, untuk pengujian monitoring tegangan dan arus baterai generator dikopel menggunakan mesin bor, dan kecepatan angin dan kecepatan rotor generator dipasang di turbin angin<sup>[11]</sup>.

Dengan membaca penelitian yang sudah pernah dibuat dan latar belakang masalah yang ada, maka penulis membuat sebuah "Perancangan Sistem Monitoring Kinerja Turbin Angin Tipe Horisontal Sebagai Alat Penerangan Lahan *Roof top*." Kelebihan alat ini dari penelitian sebelumnya yaitu dapat memonitoring kinerja turbin angin tipe horisontal dan kecepatan angin di lingkungan sekitar turbin angin. Sehingga nantinya dapat diperoleh data kecepatan angin di sekitar turbin angin. Hasil dari kecepatan angin dengan tipe turbin angin horisontal menjadi perbandingan, antara hasil pembangkit turbin angin yang didapat dengan kecepatan angin disekitar. Kemudian perbedaanya dari penelitian sebelumnya, pada sistem monitoring ini data yang diakses dapat dilakukan setiap hari atau secara *real time* yang akan dikirim ke sebuah *website*. Dari listrik yang dihasilkan turbin angin dapat dimanfaatkan sebagai penerangan *roof top*. Hal ini akan menjadi pengembangan-

pengembangan selanjutnya, dalam pemanfaatan energi terbarukan yang saat ini sedang berkembang.

Tabel 2.1 Perbandingan Tinjauan Pustaka

Sumber	Kontroler	Sistem
Aas Wasri Hasanah, 2017	Mikrokontroler Atmega8	Penelitian untuk membuat data logger menggunakan sensor tegangan dan sensor arus. Tampilan berupa LCD <sup>[6]</sup> .
Victor Tuapetel, Arif Ikbal Tripayoga dan M. Putu Santika, 2019	Arduino Uno R3	Menganalisa kinerja turbin angin vertikal savoinus 4 sudu. Parameter berupa kecepatan angin, koefisien daya ( $C_p$ ), pengujian waktu terhadap tegangan dan arus. Untuk tampilan masih manual <sup>[7]</sup> .
Prabowo Ridho, Muid Abdul dan Adriat Riza, 2018	Arduino R3	Penelitian pembuatan alat pengukur kecepatan Angin yang disimpan di SD card dan ditampilkan menggunakan LCD <sup>[8]</sup> .
Fabiean Baihaqi Ma'aruf, 2018	Arduino Uno R3	Penelitian untuk mengetahui kinerja turbin angin horisontal 300 W. Parameter yang diukur berupa kecepatan angin, sensor tegangan dan sensor arus. Beban yang digunakan Lampu DC 105W. Untuk tampilan masih manual (LCD) <sup>[9]</sup> .
M. Zainul Hasan, 2019	Arduino Uno dan ESP 8266	Sistem <i>Off-grid</i> Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis IoT ( <i>Internet of Things</i> ). Pada penelitian ini, merancang dan membuat sistem <i>off-grid</i> berbasis IoT yang dilakukan secara <i>real time</i> . Alat ini menggunakan 2 sensor yaitu sensor arus dan sensor tegangan <sup>[9]</sup> .
Danu Maskhuri, 2022	Arduino Mega 2560 dan ESP 8266	Sistem monitoring kinerja turbin angin tipe horisontal untuk penerangan lahan rooftop. Alat ini dapat me monitoring arus, tegangan, daya dan kecepatan angin di sekitar pembangkit listrik. Untuk tampilan di LCD dan web site.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Energi Angin

Energi angin adalah salah satu energi terbarukan, sejak dahulu energi angin mulai dimanfaatkan sebagai keperluan sehari-hari. Dibutuhkan kincir angin untuk merubah energi kinetik yang terdapat pada angin menjadi energi mekanik untuk dimanfaatkan sebagai penggerak pompa, penggilingan dan menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. Sekarang banyak negara maju mulai mengembangkan energi angin untuk menghasilkan energi listrik, karena energi angin merupakan energi yang ramah lingkungan.

Angin merupakan udara yang bergerak karena rotasi bumi dan perbedaan tekanan udara disekitarnya. Angin bergerak dari tempat dengan tekanan udara tinggi ke tempat dengan tekanan udara rendah. Terdapat tiga hal penting yang mempengaruhi sifat angin yaitu: intensitas angin, arah angin dan kecepatan angin.

Kecepatan angin adalah kecepatan udara yang bergerak dipengaruhi oleh letak tempat dan keadaan topografi suatu tempat. Kecepatan angin dipengaruhi oleh karakteristik permukaan yang dilaluinya, kecepatan angin pada dasarnya ditentukan oleh perbedaan tekanan udara (bagian faktor pendorong) dan hambatan antara asal dan tujuan angin medan listrik. Kecepatan angin dapat dimanfaatkan sebagai penggerak turbin angin.

Karakteristik angin meliputi profil geseran angin, massa jenis angin, arah dan kekuatan angin. Kerapatan angin umumnya memiliki nilai  $1.225 \text{ kg/m}^3$ , arah angin bergerak dari daerah maksimum ke daerah minimum dan kekuatan angin adalah sebanding dengan kecepatannya. Kecepatan yang diperoleh dari pengambilan data angin di BMKG Kab. Cilacap adalah  $2,03 \text{ m/s}$  [3].

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan daya keluaran turbin angin dan daya teoritis tenaga angin berdasarkan kecepatan angin yang terukur untuk mencari efisiensi sistem [10].

Perhitungan daya sistem keluaran dari turbin angin setelah *wind charger controller*:

$$P_1 = V.I \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

$P_1$  : Daya Keluaran Turbin Angin (Watt)

$V$  : Tegangan (Volt)

$I$  : Arus (Ampere)

### 2.2.2 Turbin Sumbu Angin

Turbin sumbu angin adalah komponen yang digunakan pada sistem konversi energi angin dengan memanfaatkan energi angin untuk mengubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik didalam bentuk putaran poros dan akhirnya menjadi energi listrik dari generator. Bentuk turbin sumbu angin saat ini terus mengalami perkembangan dan telah banyak diteliti dengan tujuan untuk mendapatkan nilai efisiensi yang lebih baik lagi, berikut adalah jenis turbin angin:

#### 1. Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)

Turbin Angin Sumbu Horizontal adalah turbin angin dengan posisi sumbu /poros horisontal (mendatar). Turbin angin jenis ini poros utamanya menyesuaikan arah angin Agar rotor dapat berputar dengan baik, arah angin harus sejajar dengan arah poros turbin dan tegak lurus terhadap arah putaran rotor. TASH memiliki beberapa keunggulan diantaranya *cut-in* pada kecepatan angin rendah dan mudah berputar. Secara umum, tipe ini memiliki koefisien tenaga yang relatif tinggi. Turbin sumbu horisontal memerlukan menara yang tinggi untuk mendapatkan kecepatan angin yang maksimal <sup>[12]</sup>.

#### 2. Turbin Angin Sumbu Vertikal (VAWT)

Turbin angin sumbu vertikal adalah turbin angin dengan poros atau sumbu rotor yang dipasang dengan tegak lurus, sumbu vertikal pada rotor utama lebih memungkinkan turbin sumbu dapat menerima dan menangkap angin dari segala penjuru arah angin. Kelebihan sumbu vertikal akan berguna pada wilayah yang memiliki keadaan angin yang berganti-ganti atau bervariasi sehingga lebih efisien dalam memanfaatkan energi angin dan sangat cocok untuk konstruksi pembangkit listrik pada daerah pesisir pantai. Pada turbin sumbu vertikal konstruksi menara tidak diperlukan karena generator dapat ditempatkan lebih dekat dari permukaan tanah dan lebih memudahkan dalam segi perawatan <sup>[13]</sup>.

### 2.2.3 PHP MyAdmin

Php MyAdmin merupakan salah satu aplikasi yang digunakan untuk memudahkan dalam melakukan pengolahan *database*. PhpMyAdmin merupakan aplikasi web yang bersifat *opensource*. Program ini digunakan untuk mengakses *database*. MySQL yang dapat memudahkan dan mempersingkat kerja. PhpMyAdmin adalah utilitas

yang dapat digunakan untuk berinteraksi dengan *database* MySQL. Utilitas ini berbasis web dan dapat digunakan untuk melakukan berbagai operasi yang mengakses *database*.

#### 2.2.4 PHP Programming

PHP adalah singkatan dari PHP *Hypertext Preprocessor*. PHP digunakan untuk mengembangkan web yang disisipkan pada dokumen HTML. Penggunaan PHP memungkinkan Web dapat dibuat dinamis sehingga *maintenance* situs web menjadi lebih mudah dan efisien. PHP ditulis menggunakan bahasa C. PHP memiliki banyak kelebihan yang tidak dimiliki oleh bahasa *script* disisi server, PHP dapat melakukan apa saja seperti mengumpulkan data dari form, menghasilkan isi halaman web dinamis, dan kemampuan mengirim serta menerima cookies, penggunaan PHP tidak terbatas pada hasil pengeluaran HTML (*HyperText Markup Language*). Dengan menggunakan PHP maka kebutuhan dalam berinteraksi dengan banyak *database* dan karena *script* ini bersifat *open source*.

#### 2.2.5 Internet of Things

IoT (Internet of Things) adalah sebuah teknologi yang mampu untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan menggunakan sensor jaringan untuk menghasilkan data juga dapat mengelola kinerjanya sendiri. Sehingga memungkinkan mesin tersebut dapat berkerjasama dan bahkan sesuai informasi baru yang dihasilkan secara *real time*. *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu konsep yang memiliki tujuan untuk memudahkan dengan memanfaatkan konektivitas internet yang tersambung secara berkelanjutan cangkupan dari IoT ini sangat luas.

Cara Kerja IoT (*Internet of Things*) adalah dengan melakukan interaksi antar sesama perangkat (*device*) yang mana dari perangkat tersebut telah tersambung secara otomatis oleh koneksi jaringan internet tanpa campur tangan *user* dan jarak. User bertugas sebagai pengatur, pengarah serta pengawas berkerjanya alat tersebut secara langsung. Manfaat yang didapatkan oleh konsep IoT (*Internet of Things*) ini adalah membuat pekerjaan manusia menjadi lebih mudah, ringan, cepat dan efisien <sup>[14]</sup>. Terdapat 3 sistem dasar *Internet of Things* (IoT) yaitu:

1. Hardware/perangkat (Things),
2. Koneksi Internet atau jaringan,

3. *Cloud Data Center*, tempat untuk menyimpan atau menjalankan aplikasinya.

### 2.2.6 Tegangan

Tegangan yang diukur pada alat monitoring kinerja turbin angin adalah tegangan DC. Tegangan DC adalah tegangan arus searah. Tegangan arus searah adalah arus listrik yang mengalir pada suatu hantaran yang tegangannya berpotensi tetap dan tidak berubah-ubah. Listrik DC adalah listrik yang original, artinya listrik dasar yang dapat dihasilkan dari sumber-sumber susunan material alam. Tegangan DC arus listrik ini bergerak dari kutub positif ke kutub negative dan polaritas arus ini selalu tetap. Sumber arus searah misalnya aki, baterai, beberapa jenis elemen dan generator searah. Tegangan DC sumber arus ini biasanya ditandai adanya kutub positif dan kutub negatif.

### 2.2.7 Arus Listrik

Arus listrik merupakan aliran dari muatan listrik dari suatu titik ke titik yang lain. Arus listrik terjadi karena adanya media penghantar antara dua titik yang mempunyai beda potensial. Semakin besar beda potensial dua titik tersebut maka semakin besar pula arus listrik yang mengalir. Dari aliran arus listrik inilah diperoleh tenaga listrik yang disebut dengan daya. Satuan kuat listrik dinyatakan dalam Ampere atau disingkat dengan huruf A besar.

### 2.2.8 Daya

Daya listrik merupakan bagian dari besarnya beda potensial, kuat arus, hambatan dan waktu. Satuan daya adalah joule/sekon atau volt x ampere atau lebih umum disebut watt, karena watt merupakan satuan Sitem Internasional. Oleh karena itu daya dapat dirumuskan dengan rumus yang ditunjukkan dengan persamaan

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Berdasarkan persamaan (1) dapat disimpulkan bahwa daya ini terdapat pada tegangan searah atau bolak-balik. Akan tetapi dari perbedaan tersebut daya pada tegangan DC berbeda dengan tegangan AC <sup>[15]</sup>. Oleh karena itu rumus yang digunakan untuk menentukan daya pada tegangan DC ditunjukkan pada persamaan 2, persamaan 3 dan persamaan 4 sebagai berikut:

$$P = I^2 \times R \dots\dots\dots (2)$$

$$P = V^2 \times R \dots\dots\dots (3)$$

$$P = V \times I \dots\dots\dots (4)$$

## 2.2.9 Arduino Mega 2560



Gambar 2.1 Arduino Mega  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

Arduino Atmega 2560 memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Table 2.1 Spesifikasi Arduino ATmega 2560

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Mikrokontroler	Atmega 2560
Tegangan Input	7-12 V
Tegangan Input (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	54 (of which 15 provide PWM output)
Pin Analog Input	16
Arus DC per Pin I/O	20 mA
Arus DC Pin 3.3 V	50 mA
Memori Flash	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
USB Host Chip	MAX3421E

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source* hardware yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. *Software*



Arduino merupakan *software* open source sehingga dapat di download secara gratis. *Software* digunakan untuk membuat dan memasukan program ke dalam arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan *assembler* yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino. Untuk jenis mikrokontrol yang digunakan atmega2560. <sup>[16]</sup>.

### 2.2.10 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang didesain dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas jaringan Wifi antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan Wifi. Alasan pemilihan NodeMCU ESP8266 karena mudah diprogram dan memiliki pin I/O yang memadai dan dapat mengakses jaringan internet untuk mengirim atau mengambil data melalui koneksi Wi-Fi <sup>[9]</sup>. Gambar NodeMCU ESP8266 diperlihatkan pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

Adapun spesifikasi dari NodeMCU ESP8266 yang tertera pada tabel sebagai berikut:

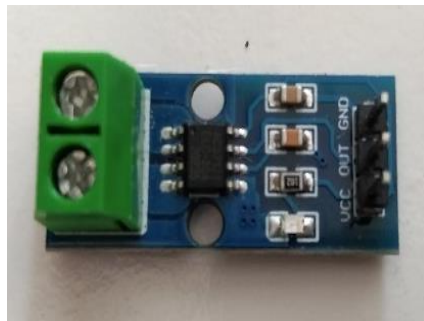
Table 2.2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Nama	ESP8266 12-E
Pin I/O <i>digital</i>	11 buah, mendukung <i>interrupt</i> , PWM, 12C, <i>Onwire</i> (kecuali pin D0)

Pin I/O <i>analog</i>	1 buah, 3.2 Volt
Tegangan Operasi	3.3 V
<i>Clock Speed</i>	80 Mhz/160Mhz
Flash	4M
USB <i>controller</i>	Cp2102

### 2.2.11 Sensor Arus ACS712

Sensor arus yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sensor arus ACS712 (Allegro Current Sensor) bentuk fisik dari sensor ini dapat dilihat pada Gambar 2.9 ACS712 berfungsi untuk mendeteksi besaran arus yang mengalir lewat blok terminal. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek-hall yang linier, *low-offset*, dan presisi. Saat arus mengalir di jalur tembaga pada pin 1-4 maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional. Adapun beberapa karakteristik sensor ACS712 yaitu rendah *noise*, supplay daya sebesar 5 V, sensitivitas keluaran 66- 185mV/A, sinyal arus ini dapat dibaca melalui analog IO port Arduino. Untuk membaca pada nilai tengah (nol Amper) tegangan sensor diset pada 2,5 V yaitu setengah kali tegangan sumber daya  $VCC = 5\text{ V}$  <sup>[17]</sup>.



Gambar 2.3 Sensor Arus ACS712  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

Adapun spesifikasi dari sensor ACS712 yang tertera pada tabel 2.3 sebagai berikut:

Table 2.3 Spesifikasi Sensor Arus ACS712

Spesifikasi	Keterangan
Rise time output	5 $\mu$ s
Bandwidth	80 KHz
Total kesalahan output	1.5 %
Suhu kerja TA (maksimal)	25°C
Tahanan konduktor internal	1,2 m $\Omega$
Tegangan isolasi minimum	2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8
Sensitivitas output	66 mV/A
Kapasitas pengukuran	5 A DC dan AC

### 2.2.12 Sensor Tegangan

Sensor tegangan berfungsi sebagai sensor pendeteksi besaran tegangan pada sistem Turbin Angin Sumbu Horisontal. Dalam perancangan tugas akhir ini menggunakan module sensor tegangan DC yang dapat langsung terkoneksi dengan board Arduino. Modul ini pada prinsipnya menggunakan pembagi tegangan resistif, untuk menjalankannya menggunakan tegangan input sebesar 5V atau 3.3 V. Pada pemakaiannya untuk pembacaan tegangan maksimal yaitu pada 25 V di mana 5 kali dari VCC, sehingga apabila tegangan VCC yang digunakan adalah 3.3V maka maksimal tegangan yang dideteksi adalah 16,5 V, untuk bentuk fisik dari module tegangan DC dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini <sup>[20]</sup>.



Gambar 2.4 Sensor Tegangan  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

Adapun spesifikasi dari sensor tegangan yang tertera pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Tegangan

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Koneksi masukan	0-25V DC
Koneksi deteksi	0.024445-25V DC
Pengukuran Ketelitian	0.00489 V
Ukuran	25 x 13 mm

### 2.2.13 Sensor Anemometer



Gambar 2.5 Sensor Anemometer

Adapun spesifikasi dari sensor anemometer yang tertera pada tabel sebagai berikut:

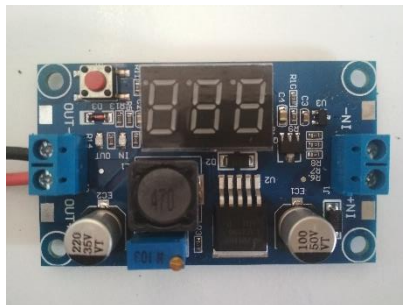
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Anemometer

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Tegangan Kerja	DC 3.3V/5V
Sensor Optic	Tipe Celah
Output	Pulsa Digital
Pipa PVC	Ukuran ½ dim
Jari jari	16 cm
Tinggi Keseluruhan	22 cm

Anemometer merupakan sensor angin untuk mengukur kecepatan angin disekitarnya. Pengukuran kecepatan /RPM angin yang bisa digunakan ada beberapa metode yang digunaknakan, salah satunya menghitung waktu yang terjadi tiap munculnya sinyal pulsa. Namun perhitungan yang diterapkan pada percobaan ini didasarkan pada konsep rotasi per menit, yakni menghitung jumlah rotasi yang dilakukan peralatan selama satu menit, jumlah rotasi tersebut dapat diketahui dengan menghitung jumlah pulsa yang dibangkitkan oleh sensor. Agar didapatkan nya waktu pembacaan yang lebih cepat maka dapat dilakukan pengukuran dalam waktu singkat namun di kompensasi dengan faktor pengali. Untuk suplai sensor anemometer membutuhkan tegangan sebesar 5 V DC. Untuk jarak kincir dari ujung ke ujung 16 cm, sedangkan tinggi keseluruhannya 22 cm. Tipe jenis sensor anemometer yang digunakan merupakan tipe optic tipe celah.

#### 2.2.14 Modul Step Down LM2596

Modul *step down* atau penurun tegangan DC LM2596 adalah peralatan elektronika yang berfungsi untuk menurunkan tegangan DC *to* DC. Sesuai *datasheet* dapat mengatur dari tegangan 1,25 V sampai 37 V dengan mengaturnya secara manual dan akan tampil di display secara digital <sup>[18]</sup> .



Gambar 2.6 Modul Step Down LM2596  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

Adapun spesifikasi dari modul step down LM2596 yang tertera pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.4 Spesifikasi Modul Step Down LM2596

Spesifikasi	Keterangan
Resolusi Voltmeter	0.1 V
Display Range	0V-45V
Input Voltage	DC 4V-45V
Output Voltage	1.3V-37V
Keluaran Arus	2A
Ukuran	65*35 mm

### 2.2.15 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf maupun grafik. Pemakaian tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan. Ukuran area layar 77 mm x 25 mm, untuk ukuran dimensi keseluruhannya 98 mm x 60 mm. LCD mendapatkan power *suplay* sebesar 5 V, tampilan LCD yang dipakai berwarna hijau dengan tulisan berwarna hitam <sup>[19]</sup>.



Gambar 2.7 Liquid Crystal Display (LCD)  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

Adapun spesifikasi dari Liquid Crystal Display (LCD) yang tertera pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.5 Spesifikasi Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 4

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Vss	Ground
Vcc	+5 Volt
Vee	Pengaturan Kontras
RS	RS = 0 untuk memilih register command RS= 1 unruk memilih register data
R/W	R/W = 0 untuk melkukan write R/W = 1 untuk melakukan read
E	Enable
DB 0 sampai DB 7	Data bus 8-bit

### 2.2.16 Turbin Angin

Turbin angin yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu NE 12V/24V 420Watt wind turbine 5 blade. Generator turbin angin tersebut merupakan generator AC 3 fasa. <sup>[10]</sup>.



Gambar 2.8 Turbin angin horisontal  
(Sumber: Dok.Pribadi,2022)

Adapun spesifikasi dari turbin angin yang tertera pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.6 Spesifikasi Turbin Angin

Spesifikasi	Keterangan
Rata rata daya	400 Watt
Daya maksimal	420 Watt
Tegangan rata rata	12/24 Volt
Kecapan angin awal	2.0 m/s
Kecepatan angin rata rata	11.5 m/s
Berat	6.2 kg
Diameter bilah	1.3 m
Bahan bilah	Nylon fiber
Generator	Tiga fasa (AC)

### 2.2.17 Wind Turbine Controller

Wind Turbine Controller Turbin Angin adalah peralatan elektronika yang digunakan untuk mengoptimalkan daya keluaran pada kincir angin, sehingga daya yang dikeluarkan akan stabil meski dalam keadaan angin yang kurang stabil. *Wind Turbine Controller* pada umumnya konversi dari AC-DC, *controller* dan sensor. Konversi AC-DC merupakan penghubung antara kincir angin dengan beban berupa aki atau baterai. Untuk pemasangannya sesuai template di bagian *Wind Turbine Controller* turbin angin, terdapat 5 pin kabel. Untuk dua pin kabel warna



Gambar 2.9 Wind Turbine Controller  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)



merah sebagai positif dan hitam negatif dihubungkan ke akumulator. Sedangkan tiga pin kabel warna hijau terhubung ke turbin angin <sup>[20]</sup>.

Adapun spesifikasi dari wind turbine controller yang tertera pada tabel 2.7 sebagai berikut:

Tabel 2.7 Spesifikasi Wind Turbine Controller

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Rated Battery Voltage	12/24V
Rated Wind Generator Capacity	300W/600W
Wind Generator Braking Voltage	15V/30V
Wind Generator Recover Voltage	13.5 V
IP Protection Level	IP67

### 2.2.18 Akumulator

Akumulator atau Storage Battery adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Akumulator ini diberikan tenaga listrik berasal dari generator turbin angin. Di dalam akumulator tenaga (energi listrik) ini mengerjakan proses kimia, sehingga dapat dikatakan bahwa tenaga listrik dari luar diubah menjadi tenaga kimia di dalam akumulator dan kemudian tersimpan di dalamnya <sup>[20]</sup>.



Gambar 2.10 Akumulator/ Baterai  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

Adapun spesifikasi dari akumulator yang tertera pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.8 Spesifikasi Akumulator

Spesifikasi	Keterangan
Merek	INCOE
Tegangan	12 Volt
Arus	35 Ah

### 2.2.19 Lampu LED

LED didefinisikan sebagai salah satu semikonduktor yang mengubah energi listrik menjadi cahaya. Sebagaimana dioda lainnya LED terdiri dari bahan semikonduktor P dan N. Bila sumber diberikan pada LED kutub negatif dihubungkan dengan N dan kutub positif dengan P maka lubang (hole) akan mengalir ke arah N dan elektron mengalir ke arah P<sup>[21]</sup>.



Gambar 2.11 Gambar Lampu LED Sorot  
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

Adapun spesifikasi dari lampu LED yang tertera pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.9 Spesifikasi Lampu LED

Spesifikasi	Keterangan
Daya	10 Watt
Tegangan	12 Volt
Sinar lampu	6000k putih
Kabel	2.9 m
Ukuran	10x8x2 cm
Pemasangan	Indoor/outdoor