

BAB II

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.

1. Penelitian tentang turbin angin sebelumnya pernah dilakukan oleh Idris Afandi dan Rizki Adi Wicaksono yaitu membahas tentang “Rancang Bangun Turbin Angin Sebagai Energi Otomatisasi Suhu dan Kebutuhan Air pada Budidaya Jamur Tiram.” Isi pengujiannya hampir sama yaitu membahas tentang monitoring pengukuran nilai daya, arus, tegangan, dan kecepatan angin yang dihasilkan dari generator pada turbin. Dalam penelitian tersebut disimpulkan besar kecilnya dimensi dari sudu turbin angin jenis Savonius dapat mempengaruhi daya yang dihasilkan^[4].
2. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Ichwan Dwi Wahyu Hermanto yaitu membahas tentang “Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis *Internet of Things* (IoT).” penelitian ini adalah merancang sebuah pemodelan pembangkit listrik hybrid sel surya dan angin berbasis IoT dimana data yang dihasilkan berupa tegangan, arus dan daya dari radiasi matahari dan angin yang diterima oleh panel surya serta turbin angin dapat di monitoring melalui aplikasi Blynk. Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa sistem monitoring dan pengukuran pembangkit listrik surya dan angin berbasis *Internet of Things* (IoT) terdapat perbedaan dalam hasil data yang diterima oleh sensor dan alat ukur multimeter dikarenakan tingkat sensitivitas dan presisi alat ukur multimeter lebih tinggi dibandingkan dengan sensor pada sistem dalam mengukur tegangan, arus dan daya yang ditampilkan pada smartphone melalui jaringan internet^[9].
3. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Amri Darsono Sigalingging, Rivaldi Ardian Hutabarat, dan Ir. Husin Ibrahim, M. T. Penelitiannya membahas tentang “Rancang Bangun Sistem Pembangkit listrik Tenaga Bayu Pada PLTH (Surya dan Bayu)

Dengan Sistem *Smart Auto Change* dan Monitoring IoT Berbasis Arduino.”sistem pembangkit listrik tenaga bayu ini menggunakan kincir angin yang akan mengubah energi mekanis dari angin menjadi energi putar pada kincir, lalu putaran kincir digunakan untuk memutar generator yang akhirnya akan menghasilkan listrik, tegangan yang dibangkitkan akan masuk ke *Charge Controller* yang berfungsi mengontrol pengisian baterai agar tidak terjadi *overcharging* dan kemudian tegangan masuk mengisi baterai. Tegangan dari baterai akan masuk ke arduino melalui regulator tegangan yang berfungsi untuk menurunkan tegangan yang akan diterima arduino dari baterai, kemudian nilai tegangan akan dibaca oleh arduino, sensor tegangan akan mendeteksi tegangan keluaran yang akan ditampilkan pada LCD, multimeter digunakan untuk melihat akurasi pengukuran tegangan yang dideteksi oleh sensor tegangan. Arduino akan memerintahkan relay untuk memutuskan pembangkit mana yang akan dipakai untuk mengisi baterai berdasarkan tegangan yang lebih besar yang dihasilkan oleh salah satu pembangkit. Dari hasil penelitian tersebut pembangkit listrik tenaga angin yang telah dibuat dalam pengukuran diperoleh kecepatan angin tertinggi mencapai 5,5 m/s menghasilkan tegangan pengisian sebesar 17,4 volt, arus sebesar 0,2 A dan daya yang dihasilkan sebesar 3,48 Watt. Sedangkan pada saat kecepatan angin terendah sebesar 3,5 m/s menghasilkan tegangan pengisian sebesar 1,61 volt, arus sebesar 0,2 A daya yang dihasilkan sebesar 0,364 Watt ^[8].

4. Rendy Afreza, Annisa Ummihani, Eko Sulisty, Indra Dwisaputra, pada tahun 2022 melakukan penelitian yaitu “Sistem Kontrol dan Monitoring pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Penerangan Bagan Berbasis IoT,” pembuatan PLTB ini menggunakan generator DC 300 Watt dengan turbin angin 3 *blade* tipe HAWT yang dikontrol menggunakan sensor INA219, sensor BH1750, dan sensor anemometer dengan sistem monitoring memanfaatkan teknologi berbasis IoT menggunakan website ^[10].

Sumber	Kontroler	Sistem
Idris Afandi, Rizki Adi Wicaksono, 2021	Microcontroller	Membahas tentang sebuah turbin angin jenis Savonius dengan 4 buah sudu yang dibagi menjadi 2 susun sebagai sumber energi listrik dan dikontrol oleh mikrokontroler sekaligus melakukan monitoring setiap menit dalam bentuk data txt yang tersimpan pada micro SD.
Ichwan Dwi Wahyu Hermanto, 2022	Arduino UNO	Merancang sebuah pemodelan pembangkit listrik hybrid sel surya dan angin berbasis IoT. Data yang dihasilkan berupa tegangan, arus dan daya dari radiasi matahari dan angin yang diterima oleh panel surya serta turbin angin, di monitoring melalui aplikasi Blynk.
Amri Darsono Sigalingging, Rivaldi Ardian Hutabarat, Ir. Husin Ibrahim, 2022	Arduino UNO	Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang berfungsi untuk pengisian baterai, dan nilai tegangan akan terdeteksi melalui arduino dan data akan ditampilkan melalui LCD.

Rendy Afreza, Annisa Ummihani, Eko Sulisty, Indra Dwisaputra, 2022	Arduino Mega 2560	generator DC 300 Watt dengan turbin angin 3 <i>blade</i> tipe HAWT yang dikontrol menggunakan sensor INA219, sensor BH1750, dan sensor anemometer dengan sistem monitoring memanfaatkan teknologi berbasis IoT menggunakan <i>website</i> .
Tugas akhir Sulthan Adhika Abimanyu 2023	Pzem-017 dan NodeMCU ESP8266	Sistem monitoring kinerja turbin angin untuk mengoperasikan pompa air dan penerangan area persawahan di Desa Widarapayung. Alat ini dapat memonitoring tegangan, arus, daya, dan kecepatan angin di sekitar pembangkit. Dan data monitoring ditampilkan di LCD dan <i>Database Google Spreadsheet</i> .

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.

Angin adalah udara yang bergerak akibat adanya perbedaan tekanan udara dengan arah aliran dari tempat yang memiliki tekanan tinggi ke tempat yang bertekanan rendah atau dari daerah yang memiliki suhu/temperatur rendah ke wilayah bersuhu tinggi ^[3]. 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.

Karakteristik angin meliputi profil geseran angin, massa jenis angin, arah dan kekuatan angin. Kerapatan angin umumnya memiliki nilai 1.225 kg/m^3 , arah angin bergerak dari daerah maksimum ke daerah minimum dan kekuatan angin adalah sebanding dengan kecepatannya.

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

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

$$P = V.I$$

Keterangan:

P : 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 angin sumbu horizontal (TASH) memiliki poros rotor utama dan generator listrik di puncak menara. Turbin berukuran kecil diarahkan oleh sebuah baling-baling angin (baling-baling cuaca)

yang sederhana, sedangkan turbin berukuran besar pada umumnya menggunakan sebuah sensor angin yang digandengkan ke sebuah servo motor ^[11].

2. Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)

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 penjuruan arah angin. Turbin angin sumbu vertikal memiliki konstruksi yang relatif lebih sederhana dimana posisinya yang berdekatan dengan permukaan tanah. Turbin angin sumbu vertikal memiliki kecepatan startup angin rendah serta kemampuan untuk menerima tangkapan angin dari arah manapun ^[12].

2.2.3 Petir

Petir merupakan gejala alam yang biasa dianalogikan dengan sebuah kondensator raksasa, saat lempeng pertama berupa awan (bisa lempeng negatif atau lempeng positif) dan lempeng keduanya adalah Bumi (netral). Petir juga bisa menyambar apa saja yang ada di atas permukaan atau terhubung dengan Bumi. Untuk membuat petir tidak merusak apa yang disambarnya, maka dibuatlah penangkal petir. Jika terjadi sambaran petir pada penangkal petir yang terdapat pada suatu bangunan maka arus petir mengalir melalui kawat pembedahan penangkal petir yang disalurkan sampai ke tanah. Adanya arus yang mengalir ini mengakibatkan tegangan induksi pada kabel instalasi listrik yang sejajar dengan kawat pembedahan penangkal petir tersebut ^[6].

2.2.4 *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. *Internet of Things* (IoT) mengacu pada penggunaan teknologi informasi, konektivitas jaringan internet dan sensor yang memungkinkan perangkat yang bukan komputer untuk dapat terhubung satu sama lain melalui jaringan internet ^[13].

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. 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.

2.2.5 Tegangan

Tegangan DC merupakan 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 yang selalu sama, yaitu 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 [14].

2.2.6 Arus Listrik

Arus listrik adalah aliran dari muatan listrik dari satu titik ke titik yang lain. Arus listrik terjadi karena adanya media penghantar antara dua titik yang mempunyai beda potensial. Semakin besar beda potensial listrik antara dua titik tersebut maka semakin besar pula arus yang mengalir [14]. Dari aliran arus listrik inilah diperoleh tenaga listrik yang disebut dengan daya. Satuan kuat listrik dinyatakan dalam Ampere atau disingkat dengan huruf A besar.

2.2.7 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 Sistem *Internasional*. Oleh karena itu daya dapat dirumuskan dengan rumus yang ditunjukkan persamaan 1.

$$P = Wt \dots\dots\dots (1)$$

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 ^[14]. Oleh karena itu rumus yang digunakan untuk menentukan daya pada tegangan DC ditunjukkan pada persamaan 2, persamaan 3 dan persamaan 4 sebagai berikut:

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

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

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

2.3 Komponen Penyusun

2.3.1 Sensor Pzem



Gambar 2.1 Sensor Pzem
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Pzem-017 merupakan modul komunikasi DC yang dapat mengukur daya DC hingga 300VDC dan pengukuran arus pada rentang pemasangan *shunt* eksternal 50A hingga 300A. Pzem-017 merupakan modul buatan *Peacefair*, merek China yang sangat terkenal dengan kualitas dan harga terjangkau. Modul ini dapat mengukur Tegangan, Arus, Daya, dan Energi ^[15].

Sensor Pzem memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Pzem

Spesifikasi	Keterangan
Jenis	Pzem 017 DC
Tegangan operasi	0.05-300VDC
Tegangan uji	0.05-300VDC
Nilai daya	0.02-300A/0.2-90kW
Akurasi pengukuran	1.0

2.3.2 NodeMCU ESP8266



Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang didesain dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas jaringan Wifi antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan Wifi. NodeMCU merupakan salah satu media pernyataan IoT yang bersifat *opensource* yang mengalokasi ESP8266 kedalam sebuah board yang sudah terintegrasi dengan berbagai fitur seperti mikrokontroler dan akses terhadap wifi dan menggunakan chip komunikasi berupa serial USB Port ^[16].

NodeMCU ESP8266 memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Spesifikasi	Keterangan
Nama	ESP8266
Pin I/O digital	11 buah, mendukung interrupt, PWM, 12C, Onwire (kecuali pin D0)

Pin I/O analog	1 buah, 3.2 Volt
Tegangan Operasi	3.3 Volt
ClockSpeed	80 Mhz/160Mhz
Flash	4M
USB controller	Cp2102

2.3.3 Modul UART TTL Converter



Gambar 2.3 Modul UART TTL Converter
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Modul UART TTL Converter adalah module yang digunakan sebagai media antar komunikasi RS485 dengan komunikasi serial (UART TTL). Modul ini digunakan pada mikrokontroler untuk berkomunikasi, membaca atau memberi perintah pada perangkat yang menggunakan RS485 (protokol komunikasi serial asinkron yang biasa disebut sinyal diferensial untuk mentransfer data biner dari satu perangkat ke perangkat lain) ^[16].

Modul UART TTL Converter memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Spesifikasi Modul UART TTL Converter

Spesifikasi	Keterangan
Catu Daya	5VDC
Tegangan Data	Sinyal 3.3V dan 5V
Pitch	2.54mm
Jarak Transmisi Data	800m
Suhu Operasi	-40°C - +85°C

2.3.4 Resistor Shunt



Gambar 2.4 Resistor Shunt
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Resistor Shunt adalah komponen yang mana berfungsi untuk menyimpangkan sebagian kuat arus yang akan diukur sehingga kuat arus yang melalui *amperemeter* lebih kecil atau sama dengan batas ukur *amperemeter* itu ^[17].

Resistor Shunt memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Spesifikasi Resistor Shunt

Spesifikasi	Keterangan
Nama komponen	Resistor Shunt DC
Maksimal Pengukuran	50A
Penurunan Tegangan	75mV
Akurasi	0.5

2.3.5 Sensor Anemometer



Gambar 2.5 Sensor Anemometer
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Sensor anemometer adalah sensor yang digunakan untuk mengukur nilai kecepatan angin, sensor ini memiliki tiga buah mangkuk yang berfungsi untuk menghambat laju angin^[18]. Pengukuran kecepatan /RPM angin yang bisa digunakan ada beberapa metode yang digunakan. 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. Untuk suplai sensor anemometer membutuhkan tegangan sebesar 5V DC. Untuk jarak kincir dari ujung ke ujung 16 cm, sedangkan tinggi keseluruhannya 22 cm.

Sensor Anemometer memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Spesifikasi Sensor Anemometer

Spesifikasi	Keterangan
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 m

2.3.6 Modul Step Down LM2596



Gambar 2.6 Modul StepDown LM2596
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

IC LM2596 adalah sirkuit terpadu / *integrated circuit* yang berfungsi sebagai Step-Down DC *converter* dengan *current rating* 3A^[19]. Sesuai data sheet dapat mengatur dari tegangan 1,25 V sampai 37 V

dengan mengaturnya secara manual dan akan tampil di display secara digital..

Module Step Down memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut ini.

Tabel 2.6 Spesifikasi Modul StepDown LM2596

Spesifikasi	Keterangan
Resolusi Voltmeter	0.1 V
DisplayRange	0V-45V
InputVoltage	DC 4V-45V
OutputVoltage	1.3V-37V
Keluaran Arus	2A
Ukuran	65*35 mm

2.3.7 Liquid Crystall Display (LCD)



Gambar 2.7 Liquid Crystal Display
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi menampilkan data hasil pengamatan ^[20]. 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 supply sebesar 5 V, tampilan LCD yang dipakai berwarna hijau dengan tulisan berwarna hitam.

Liquid Crystal Display (LCD) memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.7 berikut ini.

Tabel 2.7 Spesifikasi Liquid Crystal Display (LCD)

Spesifikasi	Keterangan
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 melkukanwrite R/W = 1 untuk melakukan read
E	Enable
DB 0 sampai DB 7	Data bus 8-bit

2.3.8 Turbin Angin



Gambar 2.8 TurbinAngin
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)

Turbin angin yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu NE12V/24V 420Watt *wind turbine 5 blade*. Generator turbin angin tersebut merupakan generator AC 3 fasa.

Turbin Angin ini memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.8 berikut ini.

Tabel 2.8 Spesifikasi Turbin Angin

Spesifikasi	Keterangan
Rata rata daya	400 Watt
Daya maksimal	420 Watt
Tegangan rata rata	12/24 Volt
Kecepatan 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)

2.3.9 Wind Turbine Controller



Gambar 2.9 Wind Turbine Controller
(Sumber : Dok. Pribadi, 2023)

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 merah sebagai positif dan hitam negatif dihubungkan ke akumulator. Sedangkan tiga pin kabel warna hijau terhubung ke turbin angin.

Wind Turbine Controller memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.9 sebagai berikut.

Tabel 2.9 Spesifikasi Wind Turbine controller

Spesifikasi	Keterangan
RatedBatteryVoltage	12/24 V
RatedWind Generator Capacity	300W/600W
Wind Generator BrakingVoltage	15V/30V
Wind Generator Recover Voltage	13.5 V
IP Protection Level	IP67

2.3.10 Inverter Luminous



Gambar 2.10 Inverter Luminous
(Sumber : Dok. Pribadi, 2023)

Inverter adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Inverter yang digunakan adalah inverterluminous 1200VA 12V.

Inverter memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.10 sebagai berikut.

Tabel 2.10 Spesifikasi Inverter

Spesifikasi	Keterangan
Merek	Inverter Luminous 1100 VA
Kapasitas Listrik	800Watt
Dimensi	37,5cm x 31,5cm x 15cm
Jumlah Baterai	1 Unit
Berat	15kg
Max PV	1000Wp

2.3.11 Akumulator



Gambar 2.11 Akumulator
(Sumber : Dok. Pribadi, 2023)

Akumulator 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.

Akumulator memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.11 berikut ini.

Tabel 2.11 Spesifikasi Akumulator

Spesifikasi	Keterangan
Merek	GS Premium
Tegangan	12 Volt
Arus	100 Ah

2.3.12 Sensor cahaya *Photocell*



Gambar 2.12 Sensor Cahaya *Photocell*
(Sumber : Dok. Pribadi, 2023)

Photocell merupakan peralatan listrik dengan rangkaian elektronika didalamnya yang berisi komponen LDR (*Light Dependent Resistor*) yang berfungsi sensor cahaya. LDR adalah suatu bentuk komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang besarnya tergantung pada cahaya. Intinya berfungsi untuk menghidupkan beban secara otomatis bila berlaku perubahan cahaya yaitu apabila keadaan terang/siang bebas akan mati/tidak berfungsi dan sebaliknya.

Photocell ini memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.12 berikut ini.

Tabel 2.12 *Photocell*

Spesifikasi	Keterangan
Model	AS-10-220 / AC-DC-12
InputVoltage	AC 220V atau AC/DC 12V
Max LoadCurrent	10A
Size	Approx 42 x 32 x 48 mm
Frequency	50-60Hz

2.3.13 Mesin Pompa Air



*Gambar 2.13 Mesin Pompa Air
(Sumber: Dok. Pribadi, 2023)*

Pompa air otomatis adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media pipa atau saluran dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung terus menerus. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap dan bagian tekan.

Pompa air otomatis memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.14 berikut ini.

Tabel 2.13 Spesifikasi Pompa Air Otomatis

Spesifikasi	Keterangan
Voltase	220V/50Hz
Daya Output	125 Watt
Daya Input	0.3 kW
Daya Dorong	33 m
Bobot	9 kg

2.3.14 Penangkal petir



Gambar 2.14 Penangkal Petir
(Sumber : Dok.Pribadi, 2023)

Penangkal petir adalah perangkat sederhana berupa batang berbentuk tombak dari bahan logam yang runcing dan kabel. Ada 3 bagian komponen utama perangkat ini, yaitu splitzen atau batang penangkal, kawat konduktor, dan grounding atau tempat pembumian. Penangkal petir ini berbahan tembaga dengan panjang 30cm dan diameter $\frac{3}{4}$ inch.

Penangkal petir memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.15 berikut ini.

Tabel 2.14 Spesifikasi Penangkal Petir

Spesifikasi	Keterangan
Jenis	Penangkal Petir Konvensional
Diameter	$\frac{3}{4}$ inch
Panjang	30cm
Bahan Material	Tembaga