

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Pada tinjauan pustaka metode pengumpulan data dilakukan dengan mencari jurnal dan literature yang berkaitan dengan tugas akhir kemudian mempelajarinya. Penelitian terkait dengan proses perancangan alat prototipe sistem pendingin air dan pembersih pada output solar panel. Sebelumnya telah dilakukan oleh Ida Bagus dan Nyoman Sugiarta (2019) dengan judul “Pengaruh Penggunaan Pendingin Air Terhadap Output Panel Surya Pada Sistem Tertutup”. Bahwa penelitiannya tersebut mendapatkan kesimpulan yaitu efek pendinginan pada sel surya dapat berjalan dengan baik tetapi melihat dari segi efisiensi penggunaan energi tidak begitu menguntungkan. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh peningkatan daya sebesar 4 W pada intensitas 1000 W/m<sup>2</sup> dengan pendinginan tetapi pada intensitas cahaya yang lebih kecil, 600 W/m<sup>2</sup>, menunjukkan penurunan daya sebesar 1 W pada luaran panel surya. Hal lain yang diperoleh adalah penggunaan pendingin pada panel surya belum efektif mengingat terdapat penggunaan daya listrik untuk menghidupkan sistem pendingin sebelum sel surya mulai digunakan untuk memperoleh suhu permukaan sel surya sebesar 25° C[2].

Penelitian lain tentang sistem pendingin dan pembersih panel surya juga pernah dilakukan oleh Saputra, A. I, dkk (2022) dalam jurnal yang berjudul “Perancangan *Single Axis Solar Tracker* Menggunakan *Fuzzy Logic* Berbasis Arduino Guna Mengoptimalkan Output Daya Pada Panel Surya”. Bahwa penelitiannya tersebut mendapatkan kesimpulan yaitu:

1. Solar tracker single axis menggunakan *fuzzy logic* yang dirancang sudah bekerja dengan baik untuk mengoptimalkan daya keluaran dari panel surya. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan daya keluaran rata-rata panel surya dengan solar tracker dan panel surya statis memiliki selisih daya keluaran sebesar 7,17 W pada pengujian pertama dan 10,08 W pada pengujian kedua.
2. Dengan melihat perbandingan daya keluaran antara panel surya statis dan panel surya dengan solar tracker, maka didapat daya keluaran pada panel surya dengan solar tracker lebih besar 19,89 % pada pengujian pertama dan pada pengujian kedua sebesar 22,5% [6].

Penelitian yang dilakukan oleh EKA PURWA LAKSANA, dkk (2022) dalam jurnal yang berjudul “Sistem Pendinginan Panel Surya dengan Metode Penyemprotan Air dan Pengontrolan Suhu Air menggunakan Peltier”. Bahwa penelitiannya tersebut mendapatkan kesimpulan bahwa proses pendinginan panel surya dengan metode penyemprotan air dan pengontrolan suhu air menggunakan peltier sangat efektif digunakan untuk menjaga suhu panel surya sesuai dengan set poin suhu yang diinginkan yakni  $40^{\circ}$  C. Pada penelitian ini, terdapat kenaikan daya rata rata sebesar 30,19% pada saat menggunakan sistem pendingin[7].

Berdasarkan tinjauan pustaka dari beberapa jurnal diatas membahas tentang penelitian sistem pendingin dan penghilang kotoran pada panel surya, penelitian tersebut sangat bermanfaat selain bisa menghasilkan energi listrik secara maksimal penelitian tersebut juga membantu untuk menjaga kualitas panel surya agar tidak cepat rusak. Tujuan penulis memilih judul TA “prototipe sistem pendingin air dan penghilang kotoran pada panel surya” adalah ingin membandingkan jenis atau desain baik secara mekanik maupun fungsi serta ingin mengetahui perbedaan tegangan dan arus yang di hasilkan dari panel surya.

**Tabel 2. 1** Perbandingan Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka	Alat dan Bahan	Kesimpulan
Ida Bagus dan Nyoman Sugiarta (2019)	Panel Surya, SCC, Inverter, Baterai, Pompa DC, Katup, Wiper, Flow Meter, Selang.	Dalam penelitiannya bahwa efek pendinginan pada sel surya dapat berjalan dengan baik tetapi melihat dari segi efisiensi penggunaan energi tidak begitu menguntungkan. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh peningkatan daya sebesar 4 W pada intensitas 1000 W/m <sup>2</sup> dengan pendinginan tetapi pada intensitas cahaya yang lebih kecil, 600 W/m <sup>2</sup> , menunjukkan penurunan daya sebesar 1 W pada luaran panel surya. Hal lain yang diperoleh adalah penggunaan pendingin

		pada panel surya belum efektif mengingat terdapat penggunaan daya listrik untuk menghidupkan sistem pendingin sebelum sel surya mulai digunakan untuk memperoleh suhu permukaan sel surya sebesar 25° C.
Saputra, A. I, dkk (2022)	Panel surya, Baterai, Mikrokontroler, Driver Motor, motor DC, LDC	Dalam penelitiannya mendapatkan kesimpulan bahwa Solar tracker single axis menggunakan <i>fuzzy logic</i> yang dirancang sudah bekerja dengan baik untuk mengoptimalkan daya keluaran dari panel surya. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan daya keluaran rata-rata panel surya dengan solar tracker dan panel surya statis memiliki selisih daya keluaran sebesar 7,17 W pada pengujian pertama dan 10,08 W pada pengujian kedua. Dengan melihat perbandingan daya keluaran antara panel surya statis dan panel surya dengan solar tracker, maka didapat daya keluaran pada panel surya dengan solar tracker lebih besar 19,89 % pada pengujian pertama dan pada pengujian kedua sebesar 22,5% [6].
EKA PURWA LAKSANA, dkk (2022)	Panel Surya, Arduino uno, LCD, Sensor Arus, Sensor Tegangan, Sensor Suhu, RTC Modul,	Bahwa penelitiannya tersebut mendapatkan kesimpulan bahwa proses pendinginan panel surya dengan metode penyemprotan air dan pengontrolan suhu air menggunakan peltier sangat efektif digunakan untuk menjaga suhu panel surya sesuai dengan

	Pompa DC, Feltier, Fan	set poin suhu yang diinginkan yakni 40° C. Pada penelitian ini, terdapat kenaikan daya rata-rata sebesar 30,19% pada saat menggunakan sistem pendingin.
Wahyu Gunawan, 2023	Panel Surya, Solar Charge Controller, Baterai, Arduino Uno, ESP32, Relay, LCD, Limit Switch, Power Window, Sensor Arus, Sensor Tegangan, Pompa DC, Stepdown	Hasil dari penelitian ini mendapatkan nilai rata-rata nilai rata-rata tegangan sebesar 21,34V dan suhu 46,2 °C dengan keadaan normal, rata-rata tegangan sebesar 21,27V dan suhu 45,74 °C dengan keadaan berdebu, dan rata-rata tegangan sebesar 21,91V dan suhu 39,34 °C dengan keadaan dibersihkan. Sehingga penggunaan sistem pendingin air dan pembersih sangat berpengaruh terhadap output panel surya sehingga panel surya dapat bekerja secara optimal dan maksimal.

## 2.2. Dasar Teori

Dasar teori merupakan sumber acuan yang digunakan untuk mengerjakan tugas akhir. Dasar teori ini meliputi komponen alat dan bahan untuk pembuatan alat prototipe sistem pendingin air dan penghilang kotoran pada solar panel.

### 2.2.1. Prototipe

Prototype adalah salah satu pendekatan dalam rekayasa perangkat lunak yang secara langsung mendemonstrasikan bagaimana sebuah perangkat lunak atau komponen-komponen perangkat lunak akan bekerja dalam lingkungannya sebelum tahapan konstruksi aktual dilakukan. Prototype atau prototipe adalah sebuah metode dalam pengembangan produk dengan cara membuat rancangan, sampel, atau model dengan tujuan pengujian konsep atau proses kerja dari produk. *Prototype* sendiri bukanlah produk final yang nantinya akan diedarkan. *Prototype* dibuat

untuk kebutuhan awal *development software* dan untuk mengetahui apakah fitur dan fungsi dalam program berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah direncanakan. Sehingga pengembang produk dapat mengetahui kekurangan dan kesalahan lebih awal sebelum mengimplementasikan fitur lain ke dalam produk dan merilis produk.

Tujuan utama dari *prototype* adalah mengembangkan model atau rancangan produk menjadi produk final yang dapat memenuhi permintaan pengguna. Dalam proses pengembangan produk, pengguna dapat ikut andil dalam proses pengembangan produk dengan cara mengevaluasi dan memberikan umpan balik. Umpan balik yang diberikan dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan produk. Selain itu, penggunaan prototipe dapat memunculkan ide-ide baru yang bisa dikembangkan menjadi sebuah fitur untuk melengkapi produk[8].

## **2.3. Komponen-Komponen Alat**

### **2.3.1. Panel Surya**

Sistem *fotovoltaic* atau pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mengubah energi elektromagnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik. Pembangkit listrik berbasis energi terbarukan ini merupakan salah satu solusi yang direkomendasikan untuk listrik di daerah pedesaan terpencil di mana sinar matahari melimpah dan bahan bakar sulit didapat dan relatif mahal. Sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek *fotovoltaic*. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah sel surya sangat kecil, sekitar 0,6V tanpa beban atau 0,45V dengan beban. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang besar sesuai keinginan diperlukan beberapa sel surya yang tersusun secara seri. Jika 36 keping sel surya tersusun seri, akan menghasilkan tegangan sekitar 16V. Tegangan ini cukup untuk digunakan mensuplai aki 12V. Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih besar lagi maka diperlukan lebih banyak lagi sel surya. Gabungan dari beberapa sel surya ini disebut Panel Surya atau modul surya. Susunan sekitar 10-20 atau lebih Panel Surya akan dapat menghasilkan arus dan tegangan tinggi yang cukup untuk kebutuhan sehari hari[10].

Alasan utama menggunakan teknologi *fotovoltaic* ini adalah sebagai berikut:

- Sumber energi yang melimpah dan tanpa biaya

- Sumber energi tersedia di tempat dan tidak perlu diangkut
- Biaya pengoperasian dan pemeliharaan sistem PLTS yang relatif kecil
- Tidak perlu pemeliharaan yang sering dan dapat dilakukan oleh operator setempat yang terlatih
- Ramah lingkungan, tidak ada emisi gas dan limbah cair atau padat yang berbahaya

Sistem PLTS terdiri dari modul fotovoltaik, *solar charge controller* atau inverter jaringan, baterai, inverter baterai, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Ada beberapa jenis sistem PLTS, baik untuk sistem yang tersambung ke jaringan listrik PLN (*on-grid*) maupun sistem PLTS yang berdiri sendiri atau tidak terhubung ke jaringan listrik PLN (*off-grid*). Meskipun sistem PLTS tersebar (SHS, *solar home system*) lebih umum digunakan karena relatif murah dan desainnya yang sederhana, saat ini PLTS terpusat dan PLTS hibrida (PLTS yang dikombinasikan dengan sumber energi lain seperti angin atau diesel) juga banyak diterapkan, yang bertujuan untuk mendapatkan daya dan penggunaan energi yang lebih tinggi serta mencapai keberlanjutan sistem yang lebih baik melalui kepemilikan secara kolektif (komunal)[9]. Panel surya yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.1.



**Gambar 2. 1** Panel Surya [11]

Adapun spesifikasi panel surya 30Wp dapat dilihat pada tabel 2.2

**Tabel 2. 2** Spesifikasi Panel Surya

Spesifikasi	
Tegangan Maksimal	18.2 V
Arus Maksimal	1.67 A
Open Circuit voltage	21.81 V
Short Circuit Current	1.78 A
Toleransi Suhu	47+85°C
Daya Maksimal	30 Wp
Dimensi	300x625x25mm

### 2.3.2. Solar Charge Controller

*Solar charge controller* adalah komponen di dalam sistem PLTS yang berfungsi sebagai pengatur arus listrik baik terhadap arus yang masuk dari panel maupun arus keluar atau arus yang digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan (*overcharge*), serta mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai. Fungsi dan fitur *solar charge controller* yaitu saat tegangan pengisian di baterai telah mencapai keadaan penuh, maka *controller* akan menghentikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah *overcharge*, dengan demikian ketahanan baterai akan jauh lebih tahan lama. Saat tegangan di baterai dalam keadaan hampir kosong, maka *controller* berfungsi menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban. Dalam kondisi tegangan tertentu (umumnya sekitar 10% sisa tegangan di baterai), maka pemutusan arus beban dilakukan oleh *controller*. Hal ini menjaga baterai dan mencegah kerusakan pada sel-sel baterai[2]. *Solar Charge Controller* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.2.

**Gambar 2. 2** Solar Charge Controller [12]

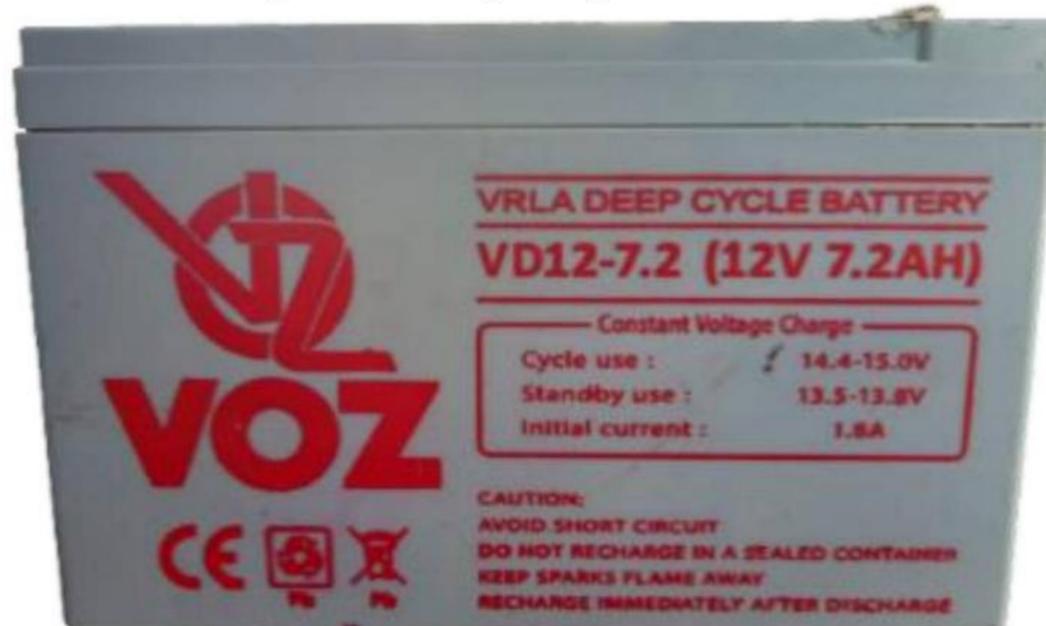
Adapun spesifikasi solar charge controller yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.3

**Tabel 2. 3** Spesifikasi *Solar Charge Controller*

Spesifikasi	
<i>Application</i>	<i>Solar System Controller</i>
<i>Rated voltage</i>	12 V 24 V Auto
<i>Current</i>	10 A
<i>Max PV Voltage</i>	50 V

### 2.3.3. Baterai

Baterai digunakan dalam sistem PLTS komunal untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh modul fotovoltaik di siang hari, lalu memasok ke beban di malam hari atau saat cuaca berawan. Baterai bertindak sebagai penyimpan energi sementara (*buffer*) untuk mengatasi perbedaan antara pasokan listrik dari modul fotovoltaik dan permintaan listrik. Saat ini, baterai merupakan cara paling praktis untuk menyimpan tenaga listrik yang dihasilkan oleh rangkaian modul fotovoltaik melalui reaksi elektrokimia. Komponen ini merupakan salah satu komponen yang penting dan sekaligus rentan dalam sistem PLTS *off-grid*. Desain yang kurang baik atau ukuran baterai yang tidak tepat dapat mengurangi umur pakai yang diharapkan, berkurangnya energi, kerusakan, hingga bahaya keselamatan pada pengguna. Baterai memiliki keterbatasan umur pakai yang bergantung pada perilaku penggunaan serta temperatur pengoperasian[9]. Baterai yang digunakan memiliki kapasitas 7.2Ah 12V dengan jenis VRLA dapat dilihat pada gambar 2.3.

**Gambar 2. 3** Baterai[3]

Adapun spesifikasi baterai yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.4.

**Tabel 2. 4** Spesifikasi Baterai

Spesifikasi	
Kapasitas	7.2 Ah
Tegangan	12 v

**2.3.4. Motor DC**

Motor DC adalah motor yang menggunakan sumber tegangan DC dan digunakan untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanis. Komponen ini bekerja dengan prinsip electromagnet. Ketika sumber tegangan diberikan, medan magnet di bagian yang diam atau disebut stator akan terbentuk. Medan magnet ini akan membuat rotor atau bagian yang bergerak berputar dan tentu saja dapat dimanfaatkan untuk memutar benda lain misalnya roda[13]. Motor DC yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.4.

**Gambar 2. 4** Motor DC[3]

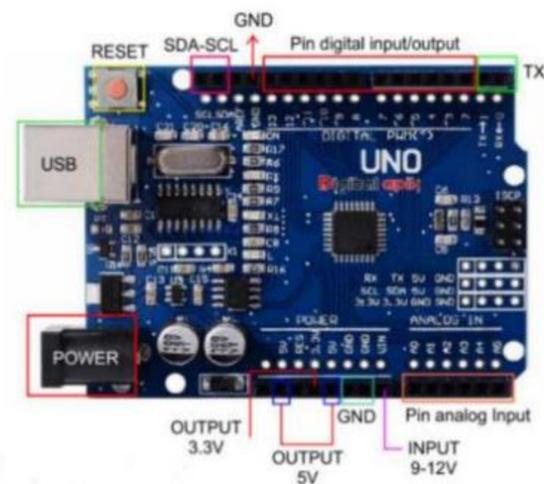
Adapun spesifikasi pompa DC yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.5.

**Tabel 2. 5** Spesifikasi Pompa Air DC

Spesifikasi	
Tegangan	12 V
Daya	40 W
Arus	3.5 A
Tekanan	80PSI

### 2.3.5. Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328. Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah[14]. Arduino Uno yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.5.



**Gambar 2. 5** Arduino Uno[15]

### 2.3.6. Flowmeter

Sensor flowmeter merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur debit air yang mengalir pada pipa pelanggan. Sensor flow water terdiri dari bagian katup plastik, rotor air dan sebuah sensor *half effect*. Ketika air mengalir melalui rotor maka rotor akan berputar dan kecepatan dari rotor akan sesuai dengan aliran air yang masuk melewati rotor. Pulsa sinyal dari rotor akan diterima oleh sensor *hall effect* untuk selanjutnya diproses di mikrokontroler[16]. Flowmeter yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.6.



**Gambar 2. 6** Waterflow Sensor

Adapun spesifikasi waterflow yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.6.

**Tabel 2. 6** Spesifikasi Waterflow Sensor

Spesifikasi	
<i>Working Voltage</i>	5 V to 18 V
<i>Max Current Draw</i>	15mA
<i>Max Water Pressure</i>	2.0 MPa

### 2.3.7. Relay

Merupakan perangkat elektronika yang dapat menghubungkan atau memutuskan arus listrik yang besar dengan memanfaatkan arus listrik yang kecil, selain itu relay merupakan saklar yang bekerja dengan menggunakan prinsip elektromagnet, dimana ketika ada arus lemah yang mengalir melalui kumparan inti besi lunak akan menjadi magnet. Setelah menjadi magnet, inti besi tersebut akan menarik jangkar besi sehingga kontak saklar akan terhubung dan arus listrik dapat mengalir lalu pada saat arus lemah yang masuk melalui kumparan diputuskan maka saklar akan terputus. Relai terdiri dari *coil* dan *contact*, *coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedangkan *contact* adalah sejenis saklar yang dipengaruhi dari ada tidaknya arus listrik pada coil[17]. Relay yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.7.



**Gambar 2. 7** Relay 2 Channel

Adapun spesifikasi *relay* yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.7.

**Tabel 2. 7 Relay 2 Channel**

Spesifikasi	
<i>Max DC Voltage</i>	30 V
<i>Max DC Current</i>	10 A
<i>Operating Voltage</i>	5 V

### 2.3.8. Limit Switch

*Limit switch* adalah suatu alat yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada suatu rangkaian. *Limit switch* memiliki tiga buah terminal, yaitu: *central terminal*, *normally close (NC) terminal*, dan *normally open (NO) terminal*. *Limit switch* digunakan untuk membatasi kerja dari suatu alat yang sedang beroperasi. Terminal NC, NO, dan *central* dapat digunakan untuk memutuskan aliran listrik pada suatu rangkaian atau sebaliknya.

*Limit switch* merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar Push ON yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak.

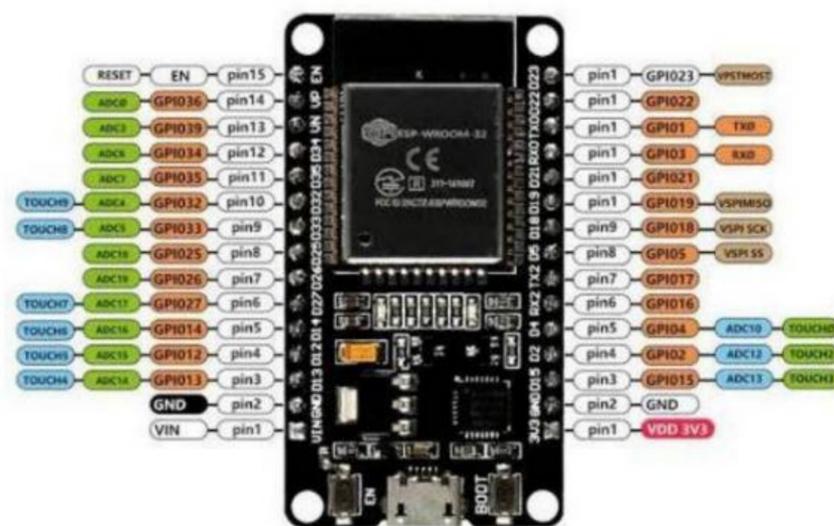
Prinsip kerja *limit switch* diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. *Limit switch* memiliki 2 kontak yaitu NO (Normally Open) dan kontak NC (Normally Close) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan[18]. *Limit switch* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.8.



**Gambar 2. 8** Limit Switch[19]

### 2.3.9. ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (*System on Chip*) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (*General Purpose Input Output*). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung. Adapun spesifikasi dari ESP32 yaitu Board ini memiliki dua versi, yaitu 30 GPIO dan 36 GPIO. Keduanya memiliki fungsi yang sama tetapi versi yang 30 GPIO dipilih karena memiliki dua pin GND. Semua pin diberi label dibagian atas board sehingga mudah untuk dikenali. Board ini memiliki *interface* USB to UART yang mudah diprogram dengan program pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE. Sumber daya board bisa diberikan melalui konektor micro USB[20]. ESP32 yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.9.



**Gambar 2. 9** ESP32[21]

### 2.3.10. Power Window

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal, motor akan berputar pada satu arah, dan apabila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor.

Sistem *power window* adalah sistem untuk membuka dan menutup jendela secara elektrik dengan menggunakan saklar. Motor DC power window berputar ketika saklar power window ditekan. Perputaran motor DC power window akan berubah naik dan turun melalui regulator jendela untuk membuka atau menutup jendela.

Pada penelitian kali ini, motor dc power window dikontrol oleh ESP32 melalui relay. Motor dc power window ini akan bekerja apabila ESP32 telah menerima data yang berasal dari penekanan tombol limit switch. Motor dc *power window* akan berputar menggerakkan mekanik wiper keatas atau kebawah sesuai dengan penekanan tombol limit switch[22]. *Power Window* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.10.



**Gambar 2. 10** *Power Window*[22]

Adapun spesifikasi *power window* yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.8.

**Tabel 2. 8** Power Window

Spesifikasi	
Tegangan	12 V
Max Current	10 A
Speed	100 RPM

### 2.3.11. Sensor Arus

Sensor arus ACS712 merupakan sensor untuk mendeteksi nilai arus, ACS712 ini memiliki tipe variasi sesuai dengan arus maksimal yakni 5A, 20A, 30A. Sensor arus ACS712 bekerja menggunakan daya VCC sebesar 5V. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan hall transducer secara berdekatan. Tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan Bi CMOS Hall IC yang didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik[15]. Sensor arus ACS712 yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.11.



**Gambar 2. 11** Sensor Arus ACS712[12]

Adapun spesifikasi sensor arus ACS712 yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.9

**Tabel 2. 9** Sensor Arus ACS712

Spesifikasi	
Operating Voltage	5 VDC
Max Current	20 A

### 2.3.12. Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah salah satu jenis sensor yang berfungsi untuk mengukur tegangan listrik. Sensor ini didasarkan pada prinsip tekanan resistensi dan dapat membuat tegangan input dari terminal mengurangi 5 kali dari tegangan asli. Sensor tegangan adalah suatu alat untuk mengukur tegangan pada alat elektronik. Sensor tegangan umumnya berupa sebuah rangkaian pembagi tegangan atau yang biasa

disebut voltage divider. Sensor ini didasarkan pada prinsip redaman resistensi dan dapat membuat tegangan input dari terminal berkurang sampai seperlima dari tegangan asli[11]. Sensor tegangan dapat dilihat pada gambar 2.12.



**Gambar 2. 12** Sensor Tegangan[12]

Adapun spesifikasi sensor tegangan yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.10.

**Tabel 2. 10** Sensor Tegangan

Spesifikasi	
Operating Voltage	5 VDC
Max Voltage	0-25 V

### 2.3.13.LCD (Liquid Crystal Diplay)

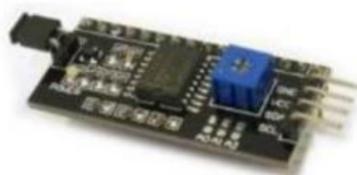
LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik[19]. LCD yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.13.



**Gambar 2. 13** LCD[19]

### 2.3.14. I2C LCD Module

I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Dengan pemakaian modul I2C ini hanya diperlukan 2 port saja untuk mengendalikan LCD sehingga menghemat pemakaian port pada mikrokontroler[19]. Modul I2C LCD yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.14.



**Gambar 2. 14** I2C LCD Module[19]

### 2.3.15. Stepdown LM2596 DC-DC

LM2596 DC-DC merupakan modul regulator penurun tegangan DC to DC yang *adjustable*. Rentang tegangan input berkisar antara 4v-40v dengan output 1,23v-35v. Batas arus maksimum hingga 2A dengan proteksi berupa pembatas arus hubung singkat[19]. Stepdown LM2596 yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.15.



**Gambar 2. 15** Stepdown[19]

Adapun spesifikasi stepdown yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.11.

**Tabel 2. 11** Stepdown LM259

Spesifikasi	
Operating Voltage	5 VDC
Input Voltage	4-40V
Output Voltage	1.25-37V
Current	Max 3A, Stable 2A
Dimensi	6.1x3.4x12cm

*~Halaman ini sengaja dikosongkan~*