

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Pada kajian pustaka ini membahas tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai acuan dan penambahan referensi dalam pengembangan alat yang ingin dirancang di Tugas Akhir.

1. Penelitian oleh Jamaludin Purba pada tahun 2022 dengan judul “PERANCANGAN PROTOTIPE ALAT PEMBERSIH PANEL SURYA DENGAN SISTEM GERAK OTOMASI”. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Darma Persada Jakarta. Pada Alat ini menggunakan *wiper* sebagai pembersihnya dan penyemprotan air ke permukaan *solar panel* sebagai pencuci awalnya. Rancangan alat yang dibuat dalam penelitian ini bekerja berdasarkan sensor debu dan pengaturan waktu yang telah ditetapkan saat pagi dan sore hari dengan menggunakan sistem elektronik yang dikendalikan berdasarkan perintah dari *mikrokontroler* arduino uno yang dilengkapi dengan sensor penggerak<sup>[12]</sup>.
2. Penelitian oleh Muhamad Rizal Wira Kusuma pada tahun 2020 dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pembersih Otomatis Pada *Solar Panel* Menggunakan *Wiper* Berbasis *Mikrokontroler*”. Pada penelitian ini sebagai pengendalinya menggunakan arduino uno dengan pemrograman bahasa C, Alat ini akan bekerja ketika disekitar *solar panel* terdapat debu atau kotoran, Selain berdasarkan kadar debu, alat ini juga akan beroperasi ketika waktu menunjukkan pukul 06.00 WIB dan 18.00 WIB. Sebagai pembersihnya alat ini menggunakan *wiper*<sup>[11]</sup>.
3. Penelitian oleh Ovina Ambar Sari pada tahun 2022 dengan judul “Sistem Kendali Pembersih Panel Surya Menggunakan *Rolling Brush* Dan *Wiper* Dengan Metode Terjadwal”. Sistem ini menggunakan arduino sebagai *mikrokontroller* yang terkoneksi dengan RTC untuk menentukan waktu pembersihan panel surya kemudian menggerakkan empat buah motor yang mengendalikan *rolling brush* dan *wiper* dan satu buah pompa air melalui relay<sup>[14]</sup>.
4. Penelitian oleh Darma Arif Wicaksono pada tahun 2021 dengan judul “Peningkatan Efisiensi Panel Surya pada Instalasi *Rooftop* berbasis *Internet of Things* (IoT)”. Alat ini menggunakan Arduino

Mega dan ESP8266 sebagai kontrolernya. Alat ini dapat dioperasikan dengan 2 cara yaitu secara otomatis dengan mengatur jadwal pembersihan dan secara manual dengan menggunakan android secara jarak jauh. Sistem pemberisih pada alat ini menggunakan *wiper cleaner*<sup>[15]</sup>.

5. Penelitian oleh Bambang Adi pada tahun 2022 dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT PEMBERSIH PANEL SURYA MENGGUNAKAN OUTSEAL PLC DAN SENSOR IR PROXIMITY YANG TERKONEKSI DENGAN ANDROID MELALUI MODUL WIFI DT-06 DAN MODUL BLUETOOTH HC-05”. Pada penelitian ini alat pembersih panel surya berbentuk robot tank yang dapat dikendalikan melalui WiFi DT-06 dan Bluetooth HC-05 dan menggunakan Outseal PLC Nano V.5.0 sebagai mikrokontrollernya. Untuk pembersih pada alat ini menggunakan sikat *rolling brush* yang berputar<sup>[13]</sup>.
6. Penelitian oleh Y.B. Adyapaka Apatya pada tahun 2023 dengan judul “*Desain dan Evaluasi Robot Cleaner Solar Photovoltaics Menggunakan Komunikasi Nirkabel Berbasis Komunikasi Radio Frekuensi*”. Sistem pada alat ini menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler yang dapat dikendalikan melalui *nirkabel* berbasis komunikasi radio frekuensi. Pada alat ini juga dilengkapi dengan sensor level air dan sensor untuk pendeteksi pergerakan robot pembersih. Untuk pembersihnya menggunakan *brush* yang berputar dan *nozzle* air untuk menyemprotkan air kepermukaan panel surya<sup>[16]</sup>.
7. Penelitian oleh Wallaaldin. Eltayeb pada tahun 2020 dengan judul “*Design and Development of a Cleaning Robot for Solar Panels with Sun Tracking*”. Alat ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontrollernya. Pada alat ini menggunakan *brush* yang berputar bergerak secara vertical dan horizontal. Pembersihan dengan alat ini dapat dilakukan dengan pembersihan kering atau tanpa air maupun dengan air yang disemprotkan melalui *nozzle*<sup>[17]</sup>.
8. Penelitian oleh Ahmed Amin pada tahun 2023 dengan judul “*Designing and Manufacturing a Robot for Dry-Cleaning PV Solar Panels*”. Pada alat ini menggunakan sistem pembersihan kering berdasarkan sistem pemantauan warna kepadatan debu pada panel surya. Alat ini menggunakan sikat berputar yang terbuat dari kain untuk pembersihnya. Untuk sistemnya menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler<sup>[18]</sup>.

9. Penelitian oleh Panus Nattharith pada tahun 2022 dengan judul “*Development of Mobile Robot System for Monitoring and Cleaning of Solar Panel*”. Alat pembersih panel surya ini menggunakan Arduino mega sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan Raspberry Pi. Alat pembersih yang dibuat dapat dioperasikan secara otomatis dengan *settingan* waktu dan juga secara manual. Pada alat ini juga dilengkapi dengan kamera yang berfungsi untuk *memonitoring* alat ketika beroperasi. Untuk sistem pembersihnya menggunakan sikat berbahan serat mikro dan tanpa menggunakan air<sup>[19]</sup>.
10. Penelitian oleh Omur Akyazi pada tahun 2022 dengan judul “*A Solar Panel Cleaning Robot Design and Applicatio*”. Alat ini menggunakan mikrokontroler berupa Arduino nano. Sistem pembersih pada alat ini menggunakan *brush* berputar yang bergerak secara *horizontal* dan *vertical*. Pada alat ini juga terdapat alat *penchargeran* baterai ketika alat selesai beroperasi<sup>[20]</sup>.

**Tabel 2. 1 Perbandingan Tinjauan Pustaka**

| <b>Penulis</b>        | <b>Komponen</b>  | <b>Sistem</b>   | <b>Keterangan</b>  |
|-----------------------|--|---|--|
| Jamaludin Purba, 2022 | <i>Wiper</i> , Powerbank, sensor ultrasonic, motor stepper, relay, <i>push button</i> , pompa dc | Alat ini menggunakan <i>wiper</i> sebagai pembersihnya, untuk kontrollernya menggunakan Arduino uno, menggunakan sensor ultrasonic untuk mendeteksi jarak dan sumber daya menggunakan powerbank | Kelebihan :<br>Harga pembuatan murah karena menggunakan powerbank dan desainnya sederhana<br>Kekurangan :<br>Pengoprasian masih manual dengan menggunakan <i>push botton</i> , tidak terdapat sumber pengisian ke baterai, tidak terdapat sistem <i>monitoring</i> |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| <p>Muhamad Rizal Wira kusuma, 2020</p> | <p><i>Wiper, Power Suply, Sensor debu, motor servo, relay, modul RTC, pompa DC</i></p>                           | <p>Alat ini menggunakan <i>wiper</i> dengan digerakan motor servo sebagai pembersihnya, untuk kontrollernya menggunakan Arduino uno, RTC untuk menunjukan waktu, sensor debu untuk mendeteksi intensitas debu udara dan sumber daya menggunakan <i>power suply</i></p> | <p>Kelebihan :<br/>Alat ini dapat beroperasi secara otomatis dengan memanfaatkan modul RTC dan sensor debu<br/>Kekurangan :<br/>Bentuk alat yang paten sehingga sulit ketika hendak dipindahkan, sumber daya masih menggunakan <i>power supply</i>, tidak terdapat sistem <i>monitoring</i>, tidak terdapat penampil waktu.</p> |
| <p>Ovina Ambar Sari, 2022</p>          | <p><i>Rolling brush, wiper, power supply, limit switch, Arduino uno, RTC, Motor Stepper, Relay, pompa DC</i></p> | <p>Alat ini menggunakan <i>rolling brush</i> dan <i>wiper</i> yang digerakan oleh motor stepper sebagai pembersihnya, untuk kontrollernya menggunakan Arduino uno, RTC untuk menunjukan waktu, <i>limit switch</i> sebagai pembatas, dan sumber daya</p>               | <p>Kelebihan :<br/>Alat ini dapat beroperasi secara otomatis dengan menggunakan <i>settingan</i> waktu RTC<br/>Kekurangan :<br/>Sumber daya masih menggunakan <i>powersuply</i>, tidak terdapat sistem <i>monitoring</i>, tidak terdapat penampil waktu</p>   |

|                             |   |   |   |
|-----------------------------|---|---|---|
|                             |   | menggunakan <i>power supply</i>   |   |
| Darma Arif Wicaksono , 2021 | <i>Wiper</i> , Arduino Mega, ESP8266, motor stepper, sensor ultrasonic  | Alat ini menggunakan <i>wiper</i> yang digerakan oleh motor stepper, untuk kontrolernya menggunakan Arduino Mega dan ESP8266, untuk mengatur pergerakan <i>wiper cleaner</i> alat ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik | Kelebihan :<br>Alat ini dapat dioperasikan dengan 2 mode yaitu otomatis dengan <i>settingan</i> waktu dan manual dengan <i>smartphone</i> .<br>Kekurangan :<br>Tidak terdapat sistem <i>monitoring</i> ,<br>Tidak terdapat penampil waktu |
| Bambang Adi, 2022           | <i>Rolling brush</i> , <i>Outseal</i> PLC, Modul Wifi dan Bluetooth, Relay, Motor DC, Baterai, Sensor Proximity | Alat ini menggunakan <i>rolling brush</i> yang digerakan oleh motor dc, untuk kontrollernya menggunakan <i>Outseal</i> PLC, Sensor proximity digunakan untuk pengaman pergerakan alat dan sumber daya menggunakan baterai | Alat ini berbentuk robot tank yang dapat dikendalikan dengan android yang terkoneksi dengan modul Wifi dan bluetooth  |

|                            |   |   |  |
|----------------------------|---|---|--|
| Y.B Adypaka Apatya         | <i>Wiper</i> , Motor DC, Pompa DC, baterai, Sensor level air, Sensor proximity, ESP32     | Alat ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroller, pembersihnya menggunakan <i>brush</i> dan <i>nozzle</i> air, dan dilengkapi dengan sensor level air dan sensor proximity                | Alat ini dapat dioperasikan menggunakan <i>nirkabel</i> berbasis komunikasi radio frekuensi, pada alat ini juga terdapat sistem monitoring level air, monitoring baterai   |
| Wallaaldin . Eltayeb, 2020 | <i>Brush</i> , Arduino Uno, Sensor LDR, Motor DC, Baterai,                                | Alat ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroller nya, Sensor LDR digunakan untuk mendeteksi sinar matahari, dan Motor DC digunakan untuk memutar <i>brush</i> dan menggerakkan alat | Dalam melakukan pembersihan alat ini dapat dioperasikan dengan kondisi kering ( tanpa air ) dan basah ( dengan air ), alat ini akan membersihkan panel surya dengan bergerak <i>vertikal</i> dan <i>horizontal</i> |
| Ahmed Amin, 2023           | Sikat kain, Arduino Uno, <i>Limit switch</i> , motor dc, modul <i>bluetooth</i> , baterai | Alat ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroller, <i>Limit switch</i> berfungsi sebagai pembatas pergerakan alat,   | Dalam melakukan pembersihan alat ini akan bergerak secara <i>vertical</i> dan <i>horizontal</i> dengan berputarnya sikat kain oleh motor DC. Alat ini melakukan pembersihan dengan kondisi kering.                 |

|                         |  |   |   |
|-------------------------|--|---|---|
| Panus Nattharith, 2022  | Sikat serat mikro, Arduino Mega, Raspberry Pi, Kamera, <i>limit switch</i> , motor dc, baterai             | Alat ini menggunakan Arduino Mega yang terhubung dengan Raspberry Pi agar sistem dapat <i>dimonitoring</i> dan menaktifkan alat melalui jarak jauh, Kamera digunakan untuk <i>memonitoring</i> kinerja alat | Alat pembersih ini melakukan pembersihan secara <i>vertical</i> dan <i>horizontal</i> dengan berputarnya sikat kain serat mikro oleh motor dc. Alat ini melakukan pembersihan dengan kondisi kering tanpa air.                    |
| Omur Akyazi, 2019       | <i>Brush</i> , Arduino nano, <i>limit switcg</i> , motor dc, sensor ultrasonic, baterai                    | Alat ini menggunakan Arduino nano sebagai mikrokontroller, <i>limit switch</i> digunakan untuk mengontrol pergerakan alat ketika mencapai ujung panel surya   | Dalam melakukan pembersihan alat ini menggunakan <i>brush</i> yang berputar dengan bergerak secara <i>vertical</i> dan <i>horizontal</i> , pada alat ini juga dilengkapi <i>penchargeran</i> ketika alat sudah selesai beroperasi |
| Akhmad Mutoharun , 2023 | <i>Rolling brush</i> , panel surya 10 Wp, baterai, LCD, ESP 32, Sensor proximity, Motor Stepper, Motor DC, | Alat ini menggunakan <i>rolling brush</i> yang digerakan motor DC sebagai pembersihnya, kontrollernya menggunakan ESP 32, Sensor Proxy untuk  | Kelebihan : Alat ini dapat dioperasikan secara otomatis dengan <i>settingan</i> waktu dan secara manual dengan <i>smartphone</i> , Desain <i>Portable</i> sehingga mudah dipindahkan, menggunakan panel                           |

|  |                 |   |  |
|--|-----------------|---|--|
|  | Pompa DC, Relay | mendeteksi jarak, menggunakan panel surya sebagai sumber energi dan baterai sebagai cadangan energi | surya sebagai sumber daya, terdapat sistem <i>monitoring</i> alat<br>Kekurangan :<br>Memiliki bobot yang cukup berat |
|--|-----------------|---|--|

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Panel Surya

Panel surya adalah sebuah alat yang terdiri dari teknologi sel surya yang dapat mengubah radiasi matahari menjadi listrik. Panel surya memanfaatkan matahari yang merupakan sumber cahaya terkuat. Panel surya bergantung pada efek *photovoltaic* agar dapat menyerap energi matahari sehingga menyebabkan timbulnya kuat arus yang mengalir antara dua lapisan yang memiliki muatan yang berbeda. Modul surya (*photovoltaic*) adalah sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel, untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catu daya beban.

Panel surya memiliki beberapa jenis yaitu panel surya *Monocrystalline Silicon* dan *Polycrystalline Silicon* yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Jenis-jenis panel surya itu memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

#### 1. Panel Surya *Monocrystalline Silicon*

Panel Surya *Monocrystalline Silicon* merupakan jenis panel surya yang paling efisien yang dapat menghasilkan daya listrik yang paling tinggi. Panel surya *Monocrystalline Silicon* dirancang untuk penggunaan pada daerah yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim *ekstrim*. Panel surya jenis ini mempunyai efisiensi yang paling tinggi dibanding jenis lain dengan nilai efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel surya *Monocrystalline Silicon* tidak berfungsi dengan baik ketika ditempatkan pada tempat yang cahaya matahari kurang atau berawan sehingga efisiensi akan turun drastis.

#### 2. Panel Surya *Polycrystalline Silicon*

Panel Surya *Polycrystalline Silicon* merupakan jenis panel surya yang memiliki susunan kristal acak karena dibuat dengan proses pengecoran. Panel surya *Polycrystalline* memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis *monocrystalline* untuk

menghasilkan daya listrik yang sama. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe *monocrystalline*, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.



**Gambar 2. 1 Panel Surya *Monocrystalline* (kanan) dan *Polycrystalline* (kiri) <sup>[10]</sup>**

Adapun Spesifikasi dari panel surya 10 Wp dapat dilihat pada tabel 2.1

**Tabel 2. 2 Spesifikasi Panel Surya 10Wp**

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| <i>Max. Power</i>            | 10 Wp   |
| <i>Max. Power Voltage</i>    | 17,2 V  |
| <i>Max. Power Current</i>    | 0,58 A  |
| <i>Open Circuit Voltage</i>  | 20,64 V |
| <i>Short Circuit Current</i> | 0,65 A  |

Untuk menghitung kapasitas panel surya yang dibutuhkan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$P_{\text{panel surya}} = \frac{ET}{\text{Insolasi Matahari}} \times 1,1 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

$P_{\text{panel Surya}}$  : Daya Panel Surya ( Wp )

ET : Penggunaan Daya ( Wh )

Insolasi matahari : Waktu Efektif Penyinaran matahari

1,1 : Faktor Penyusutan

### 2.2.2 *Solar Charge Controller (SCC)*

*Solar Charge Controller* adalah komponen PLTS yang digunakan untuk mengoptimalkan pengisian baterai yang dicas dari listrik yang dihasilkan panel surya[21]. Komponen ini bekerja dengan cara mengatur tegangan dan arus pengisian menyesuaikan daya yang tersedia dari panel surya. Selain itu juga berfungsi untuk mengubah arus DC bertegangan tinggi dari panel surya menjadi arus bertegangan rendah menyesuaikan dengan kapasitas baterai, mengurangi arus pengisian ke baterai saat status baterai sudah penuh, mencegah arus balik dari baterai yang menuju ke panel surya saat malam atau ketika intensitas sinar matahari kurang mencukupi. SCC yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.2.



**Gambar 2. 2 Solar Charge Controller**

Adapun Spesifikasi dari *Solar Charge Controller* dapat dilihat pada tabel 2.3

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

|                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| <i>Model</i>                          | CMTD-2410     |
| <i>Max. Charge Current</i>            | 10 A          |
| <i>Max. Solar Panel Input Voltage</i> | 50 V          |
| <i>Rated Voltage</i>                  | 12 V / 24 V   |
| <i>Stop Charge Voltage</i>            | 14,7 / 29,4 V |
| <i>Low Voltage Recovery</i>           | 12,2 / 24,4 V |
| <i>Low Voltage Protection</i>         | 10,5 / 21,0 V |

### 2.2.3 Baterai / *akkumulator*

Baterai atau *akkumulator* adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan). Reaksi elektrokimia *reversible* adalah proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses *regenerasi* dari elektroda – elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel. Baterai merupakan komponen elektrik yang sering digunakan untuk menyimpan energi listrik<sup>[21]</sup>. Baterai yang digunakan memiliki kapasitas 7Ah 12V dengan jenis VRLA yang dapat dilihat pada gambar 2.3



**Gambar 2. 3** Baterai / *akkumulator*

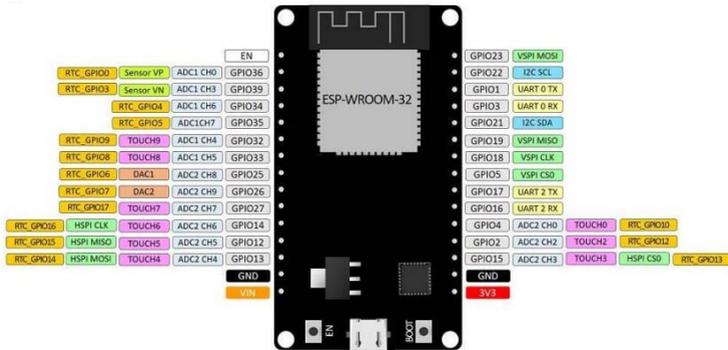
Untuk menentukan kapasitas baterai diperlukan data total beban yang akan terhubung ke baterai. Kapasitas baterai merupakan nilai perbandingan antara beban total dengan tegangan baterai dan efisiensi total sistem panel surya sesuai dengan persamaan berikut :

$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{\text{Total Daya Beban}}{\text{Teg. Baterai} \times \text{DOD} \times \text{Efisiensi charging}} \dots \dots \dots (2)$$

Untuk menentukan jumlah baterai yang akan digunakan dapat dicari dengan membagikan kapasitas baterai yang dibutuhkan dengan kapasitas baterai yang dipakai.

### 2.2.4 NodeMCU ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (*System on Chip*) terpadu dengan dilengkapi Wifi 802.11, Bluetoothversi 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 Wifi secara<sup>[22]</sup>. NodeMCU ESP32 dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2. 4 NodeMCU ESP 8266

Adapun spesifikasi dari ESP32 adalah sebagai berikut: 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 microUSB.

### 2.2.5 Motor Stepper

Motor stepper adalah salah satu jenis motor dc yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital. Prinsip kerja motor stepper adalah dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit dimana motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor stepper tersebut. Motor stepper yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.5



**Gambar 2. 5 Motor Stepper** <sup>[23]</sup>

Adapun Spesifikasi dari Motor Stepper dapat dilihat pada table 2.6

**Tabel 2. 4 Spesifikasi Motor Stepper**

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| <i>Model</i>         | Stepper NEMA 17 17HS4401 |
| <i>Rated Voltage</i> | 12 V                     |
| <i>Rated Current</i> | 1.5 A                    |
| <i>Step Angel</i>    | 1,8 <i>degree</i>        |

### 2.2.6 Motor DC

Motor DC merupakan motor yang memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik <sup>[24]</sup>. Konstruksi motor DC terdiri dari dua bagian yaitu *stator* dan *rotor*. Kumparan medan pada motor dc disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (Gaya gerak listrik) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik *phasa* tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan *komutator*, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Motor DC yang digunakan ditunjukkan oleh gambar 2.6



**Gambar 2. 6 Motor DC**

Adapun spesifikasi dari motor DC yaitu : Motor DC memiliki *Rated Voltage* 12 V dengan *Rated Current* 0.3 A. Motor DC ini memiliki tipe RS395 Gearbox.

### **2.2.7 Pompa DC**

Pompa DC merupakan alat yang dipergunakan untuk memindahkan fluida atau sesuatu yang berbentuk cair dengan cara menaikkan tekanannya supaya dapat mengalir dari suatu tempat ke tempat yang lain atau dari permukaan yang rendah ke permukaan yang tinggi<sup>[25]</sup>. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk dengan bagian keluar. Pompa DC ditunjukkan oleh gambar 2.7



**Gambar 2. 7 Pompa DC**

Adapun spesifikasi dari Pompa DC ini yaitu memiliki *rated voltage* 12 V dengan *rated current* 0.3 A. Pompa DC ini berjenis Pompa Dc Celup.

### 2.2.7 LCD 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) biasa dipakai untuk menampilkan karakter berupa teks, angka, atau tanda baca atau simbol tertentu<sup>[26]</sup>. LCD (*Liquid Crystal Display*) ini dapat digunakan untuk menampilkan karakter 16 x 2. Komponen ini memiliki 16 pin yang dapat digunakan. Dengan penampil LCD 16×2 ini user dapat melihat/memantau keadaan sensor ataupun keadaan jalanya program. Penampil LCD 16×2 ini bisa di hubungkan dengan *mikrokontroler*. LCD yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.8



**Gambar 2. 8 LCD 16 x 2**

Adapun spesifikasi dari LCD 16 x 2 dapat dilihat pada tabel 2.10

**Tabel 2. 5 Spesifikasi LCD 16x2**

|                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| <i>LCM Type</i>          | <i>Characters</i>             |
| <i>Display</i>           | <i>2 line x 16 characters</i> |
| <i>Voltage</i>           | <i>5 V</i>                    |
| <i>Model Dimension</i>   | <i>80 mm x 35 mm x 11 mm</i>  |
| <i>Viewing area size</i> | <i>64.5 mm x 16 mm</i>        |

### 2.2.8 Sensor Proximity

Sensor Proximity merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suatu obyek benda berdasarkan jarak benda tersebut terhadap sensor tanpa media kontak fisik<sup>[27]</sup>. Sensor Proximity ini akan mendeteksi obyek benda dengan jarak yang cukup dekat berkisar 1 mm sampai beberapa centimeter dari sensor. Sensor ini mempunyai tegangan kerja antara 5 – 30 VDC. Sensor ini berupa alat elektronik *solid-state* yang dibungkus rapat untuk melindunginya dari getaran, bahan kimia, cairan debu dan bahan lainnya. Sensor proximity yang digunakan dapat dilihat pada hambar 2.9



**Gambar 2. 9 Sensor Proximity**

Adapun spesifikasi dari LCD 16 x 2 dapat dilihat pada tabel 2.11

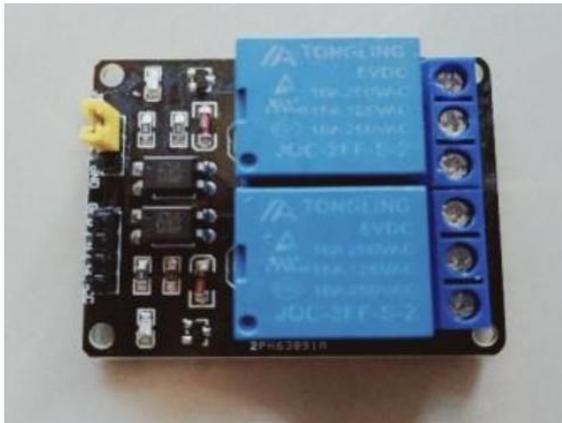
**Tabel 2. 6 Spesifikasi Sensor Proximity**

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <i>Model</i>            | <i>E18-D80NK Adjustable Infrared Proximity</i> |
| <i>Power Suply</i>      | 5 V  |
| <i>Suply Current DC</i> | 0.3 A  |
| <i>Effective from</i>   | 3-80 cm <i>Adjustable</i>                      |

### 2.2.9 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak

Saklar/*Switch*)[28]. Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Cara kerja relay adalah apabila kita memberi tegangan pada kaki 1 dan kaki ground pada kaki 2 relay maka secara otomatis posisi kaki CO (*Change Over*) pada relay akan berpindah dari kaki NC (*Normally close*) ke kaki NO (*Normally Open*). Relay yang digunakan ditunjukkan oleh gambar 2.10



**Gambar 2. 10** Relay

Spesifikasi dari relay 2 Chanel dapat dilihat pada tabel 2.7

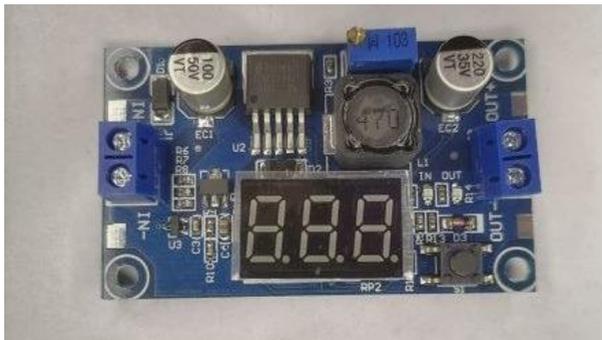
**Tabel 2. 7** Spesifikasi Relay

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| <i>Model</i>           | Relay 5V / 2 Chanel     |
| <i>Maximum Load</i>    | AC 250V/10A, DC 30V/10A |
| <i>Working Voltage</i> | 5V, Aktive LOW          |
| <i>Channel</i>         | 2                       |

### 2.2.10 Modul *StepDown* LM2596

LM2596 adalah IC *regulator switching* (sirkuit terintegrasi) yang dapat digunakan sebagai konverter *step-down (buck)* untuk secara efisien menurunkan tegangan yang lebih tinggi ke tegangan yang lebih rendah<sup>[29]</sup>.

LM2596 mampu mengeluarkan tegangan tetap atau yang dapat disesuaikan dan dapat menangani rentang tegangan input hingga 40V. Modul LM2596 adalah papan sirkuit pra-bangun yang menggabungkan IC LM2596 bersama dengan komponen lain yang diperlukan untuk solusi pengatur tegangan lengkap. Modul ini biasanya memiliki terminal tegangan input dan output, serta potensiometer untuk mengatur tegangan output. *Stepdown* LM2596 ditunjukkan pada gambar 2.11



**Gambar 2. 11 StepDown LM2596**

Adapun spesifikasi dari *stepdown* LM2596 dapat dilihat pada tabel 2.8

**Tabel 2. 8 Spesifikasi StepDown LM2596**

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| <i>Model</i>          | <i>StepDown</i> LM2596 |
| <i>Input Voltage</i>  | DC 3V – 40V            |
| <i>Output Voltage</i> | DC 1,5 – 35 V          |
| <i>Max. Current</i>   | 3 A                    |

### 2.2.11 Driver TB6560

Driver Motor merupakan komponen yang berfungsi untuk mengkomunikasikan *controller* dengan *actuator* serta memperkuat sinyal keluaran dari kontroler sehingga dapat dibaca oleh *actuator*. Dalam perancangan alat ini driver yang akan digunakan adalah *Driver* TB6560 seperti ditunjukkan gambar 2.12. TB6560 adalah IC *driver*

motor stepper (sirkuit terintegrasi) yang dapat menggerakkan motor stepper bipolar hingga 3,5A per fase. Driver TB6560 dapat dikonfigurasi menggunakan *dip switch* atau *jumper* untuk mengatur berbagai parameter seperti *resolusi* langkah, mode *microstepping*, dan batas arus<sup>[30]</sup>.



**Gambar 2. 12 Driver TB6560**

Adapun spesifikasi dari Driver TB6560 dapat dilihat pada tabel 2.9

**Tabel 2. 9 Spesifikasi Driver TB6560**

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <i>Model</i>             | <i>TB6560 Router Single Axis Controller</i>           |
| <i>Working Voltage</i>   | <i>DC 10 – 35 V</i>                                   |
| <i>Rated Max Current</i> | <i>3A</i>   |
| <i>Excitation Mode</i>   | <i>Synchronizing, half step, 1/8 Step, 1/16 step,</i> |

### 2.2.12 Sensor Water Level

*Water level* merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air dengan output analog kemudian diolah menggunakan *mikrokontroler*. Cara kerja sensor ini adalah pembacaan resistansi yang dihasilkan air yang mengenai garis lempengan pada sensor. Semakin

banyak air yang mengenai lempengan tersebut, maka nilai resistansinya akan semakin kecil dan sebaliknya. Sensor water level bekerja pada tegangan 3-5 VDC dengan area pendeteksian 40mm x 16 mm. Sensor water level ditunjukkan pada gambar 2.13



**Gambar 2. 13 Sensor *Water Level***