

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian dengan bantuan penelitian sebelumnya. Fokus penelitian adalah robot *arm Cartesian* penyemprot pestisida otomatis pada tanaman cabai secara periodik. Berikut ini adalah hasil penelitian sebelumnya dari jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan penulis:

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Fachri, 2019) dalam melakukan kegiatan pertanian, penggunaan pestisida dengan cara penyemprotan menghasilkan tanaman yang baik agar terhindar dari hama penyakit pada tanaman. Namun penyemprotan secara manual belum efisien dan masih dimungkinkan terjadinya gangguan kesehatan bagi petani. Oleh karena itu, diciptakan sebuah robot yang dapat mengurangi bahaya pestisida bagi petani. Robot ini dikenal sebagai "Robot Sida". Koneksi pengontrolan robot ini menggunakan *Bluetooth* HC-05 sebagai penghubung antara robot dan *user* yang diaplikasikan pada remot *joystick*. Robot ini dilengkapi dengan sensor level air yang berfungsi untuk mendeteksi level air pestisida yang terdapat didalam tangki, Motor DC yang berfungsi untuk mengendalikan dan mengontrol roda bertenaga tegangan DC pada robot, motor pompa yang berfungsi untuk melakukan aktifitas pompa penyemprotan pada tanaman, dan TX/RX yang berfungsi sebagai penghubung komunikasi robot dan *user* melalui operator yang digunakan oleh *user* (*remote control*). Selain itu robot ini memiliki kemampuan untuk menyemprot pestisida dalam empat arah, dengan hasil yang sangat baik, pada radius 00, 2200, 2700, dan 3200. Namun, pengendalian jauh masih membatasi jarak yang dapat ditempuh robot.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Inzhagi dkk, 2023) penelitian yang penulis lakukan, penulis merancang sebuah sistem alat *smart farming* berbasis *internet of things*, yang berfungsi untuk memudahkan petani dalam pemberian pestisida secara otomatis dengan optimal dan dapat menghasilkan panen yang berkualitas. Alat ini dirancang dengan menggunakan *Soil moisture* untuk

mengetahui suhu dari tanaman cabai, *Water pump*, Arduino ESP8266 sebagai mikrokontroler, *real time clock* (RTC) untuk mengatur waktu dalam penyemprotan pestisida, sensor DHT-11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban sekitar tanaman, *relay* sebagai saklar listrik untuk menghidupkan atau mematikan pompa air dan pompa pestisida, LCD 16x2 yang berfungsi untuk menampilkan data yang sudah diperoleh sensor, selang dan *sprayer* yang digunakan untuk pengaliran cairan pestisida dan air untuk melakukan penyemprotan dan penyiraman.

Adanya alat ini mempermudah perawatan tanaman cabai. Dengan menggunakan program Arduino IDE yang dibuat sebelumnya, program yang dibuat untuk sistem pengawasan ini dapat diluncurkan dari mikrokontroler yang terhubung ke jaringan *WiFi*. Program Arduino IDE mengontrol sensor, yang dapat dibaca NodeMCU ESP8266, yang kemudian dikirim ke aplikasi *Blynk* dan disimpan. Aplikasi *Blynk* dapat membantu memantau sensor kelembaban tanah jarak jauh atau jarak dekat yang membutuhkan kalibrasi dengan menambahkan *algoritme* pemetaan yang mengubah pembacaan sensor agar sesuai dengan alat perbandingan tradisional. Data yang diperoleh dari sensor dapat dilihat di aplikasi *Blynk* untuk melakukan proses monitoring dan kontrol secara *realtime*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Niam dkk, 2021) penulis merancang proses penyiraman yang dilakukan secara manual membutuhkan banyak energi dan tidak dapat diukur secara akurat untuk menjaga kadar air dalam tanah tetap stabil, sehingga sangat penting untuk menghasilkan lahan pertanian yang subur. Kelembaban tanah yang cukup adalah syarat wajib untuk menghasilkan pertumbuhan tanaman yang ideal.

Kini teknologi robotika telah banyak menunjang bidang pertanian. Adanya teknologi robotika di bidang pertanian dapat meringankan pekerjaan manusia. Dalam penelitian ini, Robot Kartesian Tiga Aksis dikembangkan untuk penyiraman tanaman yang akurat dan efisien. Sensor kelembaban tanah dipasang pada ujung lengan efektor untuk memberikan umpan balik dan menyemprot air. Perangkat yang dirancang untuk penelitian ini memiliki kemampuan untuk bergerak pada tiga sumbu (x, y, dan z) dan penyiraman pada tanaman. Sistem pergerakan robot ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler pemroses data.

Pergerakan posisi X, Y, dan Z dilakukan oleh *motor stepper* menggunakan rangkaian pengendali A4988 berdasarkan data pulsa pergerakan mikrokontroler. Pada mikrokontroler data sensor kelembapan tanah diolah dengan menggunakan metode *Fuzzy* untuk penyemprotan dengan pompa DC 12V. Kemudian terdapat RTC DSI307 yang digunakan untuk proses penjadwalan penyiraman air pada tanaman. Selanjutnya *Raspberry Pi 3 B+* yang digunakan untuk antarmuka pengguna lewat *website* yang memunculkan data dari robot seperti kelembapan tanah, posisi aktual robot, dan posisi tujuan pergerakan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Widiyanti dkk, 2024) penulis menggunakan sistem *wall follower* robot penyemprot pestisida dengan menyusuri bedengan pada lahan pertanian konvensional berdasarkan pembacaan sensor ultrasonik. Kebanyakan sistem robot penyemprot pestisida dilakukan dengan pengujian berdasarkan *line* yang dituju tanpa memperhatikan terdapat tanaman atau tidaknya pada lahan perkebunan. Oleh karena itu, sensor ultrasonik khusus diberikan untuk mengidentifikasi apakah tanaman ada atau tidak, sehingga pompa air dapat bekerja dengan baik dan mengeluarkan air langsung ke tanaman sesuai dengan input yang terdeteksi. Robot ini dilengkapi dengan Arduino Uno yang digunakan sebagai alat kontrol penggerak motor penyemprotan. Kemudian untuk pergerakan robot ini menggunakan motor DC yang dapat diatur sesuai dengan kondisi dengan cara menginput kecepatan PWM secara manual dari angka 255 sampai 120, untuk angka dari <120 PWM maka motor DC tidak akan berfungsi.

Proses bagaimana sistem robot ini bekerja terdiri dari tiga tahap yaitu *input*, proses dan *output*. Tahap *input* sendiri yaitu masukkan berupa jarak dari robot ke penghalang untuk memengaruhi jalur laju robot dan masukkan jarak tanaman untuk menjalankan dan mematikan pompa air. Tahapan proses dimulai dengan sensor ultrasonik membaca jarak antara bedengan dengan robot penyemprot pestisida secara berkala. Data ini dikirim ke arduino untuk mengetahui apakah robot penyemprot pestisida maju atau belok sesuai jarak yang telah ditentukan. Terakhir untuk *output* nya diperlukan motor DC yang kemudian keluarannya berupa pompa air yang berfungsi dengan mengidentifikasi tanaman dan menyemprotkannya pada waktu yang ditetapkan. Pengujian motor DC dilakukan dengan menguji kecepatan

putaran motor dari 255 hingga 110 sebagai kecepatan acuan yang diatur dalam program Arduino IDE.

Penyemprotan pestisida otomatis menggunakan sensor ultrasonik dapat mendeteksi tanaman cabai pada jarak maksimum 15 cm. Dengan robot penyemprot pestisida ini, para petani dapat menyemprotkan pestisida secara otomatis tanpa berkeliling secara manual, dan mereka hanya perlu memantau dari jarak jauh.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Sarwono dkk, 2021) alat yang biasa digunakan petani untuk menyemprot pestisida masih menggunakan tangan atau mesin berbahan bakar fosil, sehingga dianggap sebagai metode tradisional dan tidak efektif. Beberapa kelemahan dari cara tradisional tersebut diantaranya kurang praktis, ketersediaan bahan bakar fosil yang berkurang, dan dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu beberapa petani sudah mulai menggunakan alat penyemprot pestisida tenaga baterai. Namun, kekurangan alat ini adalah bahwa ketika baterai digunakan cukup lama, baterai akan habis dan Anda harus mengisi ulang dari sumber daya lain.

Energi surya yang berasal dari matahari dapat menjadi solusi permasalahan tersebut. Panel surya monokristalin 30W digunakan sebagai alat dalam penelitian ini untuk menangkap sinar matahari. Energi surya dapat digunakan untuk *sprayer* dan pompa, menggantikan tangan yang harus menekan tuas dan mengisi ulang. Dengan memilih tenaga surya daripada mesin bahan bakar fosil, Anda juga dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan menghasilkan lebih banyak energi terbarukan yang tidak akan habis dan ramah lingkungan. Panel surya dipasang di atas kepala dalam penelitian ini untuk memaksimalkan penangkapan cahaya matahari dan melindungi kepala dari panas matahari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase energi baterai yang diperlukan untuk penyemprotan adalah 4% dari 10 liter ke 6 liter dan 6% dari 6 liter ke 2 liter.

## 2.2 Pengertian Robot

Kata robot berasal dari bahasa *Czech* robota yang berarti pekerja. Robot dapat diartikan juga sebagai sebuah mesin yang dapat bekerja secara terus menerus baik secara otomatis maupun terkendali. Robot digunakan untuk membantu tugas-

tugas manusia mengerjakan hal yang kadang sulit atau tidak bisa dilakukan manusia secara langsung (Kausar dan Sari, 2014). Robotika adalah ilmu yang mempelajari mengenai proses perancangan dan pengembangan robot serta membahas mengenai penerapan-penerapan teknologi robotika pada kehidupan manusia. Dalam penerapannya, ilmu robotika erat hubungannya dengan ilmu kecerdasan buatan.

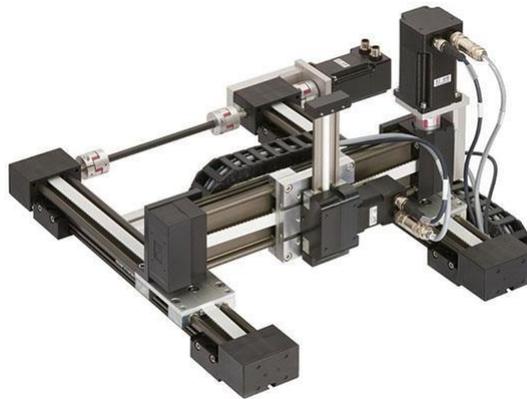
Robot secara garis besar disusun oleh 3 komponen utama, yaitu sensor, aktuator dan mikrokontroler. Sensor adalah komponen yang digunakan untuk mendapatkan masukan dari lingkungan tempat robot itu berada, misalnya analogi sensor pada makhluk hidup adalah indera yang digunakan untuk merasakan lingkungan sekitar. Tipe masukan yang bisa diterima bergantung pada kemampuan sensor tersebut untuk menerima tipe masukan yang diinginkan. Aktuator adalah komponen yang digunakan untuk menggerakkan robot. Pergerakan ini bisa bersifat stasioner, seperti pergerakan sendi pada robot berbentuk tangan atau pergerakan yang bersifat *mobile*, seperti pergerakan sebuah robot beroda dari satu tempat ke tempat lainnya. Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program.

Robot biasanya memiliki 2 tipe berdasarkan tipe pergerakannya, yaitu *mobile robot* dan *stationary robot*. *Mobile robot* adalah jenis robot yang mempunyai kemampuan untuk berpindah lokasi dari satu tempat ke tempat lainnya. Perpindahan yang dilakukan *mobile robot* bergantung pada jenis aktuator yang digunakan. Secara garis besar, terdapat dua jenis *mobile robot*, yaitu *mobile robot* yang menggunakan roda dan *mobile robot* yang menggunakan kaki (Sutikno dkk, 2012).

### **2.3 Robot Cartesian**

*Cartesian robot* merupakan suatu konfigurasi robot yang mana dengan rancangannya memungkinkan robot dapat bergerak berdasarkan 3 sumbu dasar, yakni sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z. robot kartesian bergerak linear, yakni bergerak lurus pada sumbu X, Y, dan Z. prinsip robot kartesian banyak digunakan untuk laser cutting, mesin pengambil barang, dan 3D printer. Kelebihan dari kartesian robot adalah desainnya yang sederhana dan kokoh sehingga

memungkinkan untuk melakukan pekerjaan yang rumit. Keuntungan lainnya adalah karna pergerakannya yang linear terhadap sumbu nya, maka dalam kontrolnya pun mudah karna hanya membutuhkan kordinat-kordinat posisi (Suprianto dan Zulkarnain, 2019). Gambar 2.1 menunjukkan gambar bentuk robot *Cartesian*.



**Gambar 2.1** Robot *Cartesian*

#### **2.4 Pestisida**

Pestisida adalah bahan kimia atau campuran dari beberapa bahan kimia yang digunakan untuk mengendalikan atau membasmi organisme pengganggu (hama/pest). Pestisida digunakan di berbagai bidang atau kegiatan, mulai dari rumah tangga, kesehatan, pertanian, dan lain-lain. Keuntungan dari penggunaan pestisida antara lain, perlindungan tanaman dari serangan hama, menjamin ketersediaan bahan pangan, mencegah kerusakan harta benda, dan pengendalian penyakit (yang ditularkan melalui vektor). Idealnya, pestisida mempunyai efek toksik hanya pada organisme targetnya, yaitu hama. Namun, pada kenyataannya, sebagian besar bahan aktif yang digunakan tidak cukup spesifik toksisitasnya, sehingga berdampak negatif terhadap kesehatan (manusia). Selain itu, penggunaan pestisida juga berdampak negatif terhadap lingkungan dan ekosistem (Rianto dkk, 2019).

#### **2.5 Penyemprotan Pestisida Secara Priodik**

Penyemprotan merupakan suatu proses penyiraman terhadap tanaman secara merata meliputi permukaan tanaman. Penyemprotan dilakukan pada tanaman di mana hama berada. Teknik penyemprotan pestisida berpengaruh

terhadap kualitas penyemprotan, salah satu faktor yang mempengaruhi hasil penyemprotan ialah pergerakan alat semprot, karena faktor itu juga menentukan penyebaran dan tingkat penutupan larutan semprot (Moekasan, 2018).

Penyemprotan pestisida yang dilakukan secara periodik dapat dirancang secara otomatis berdasarkan waktu yang telah ditentukan dengan menggunakan *real time clock* (RTC). RTC berfungsi untuk memberikan informasi waktu sehingga pompa air dapat aktif secara otomatis pada waktu yang telah diatur melalui program Arduino.

## **2.6 Arduino**

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* dengan jenis AVR dari perusahaan *Atmel*. Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertamata perlu dipahami bahwa kata “*platform*” disini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory mikrokontroler dalam jurnal (Sutono dan Anwar, 2019).

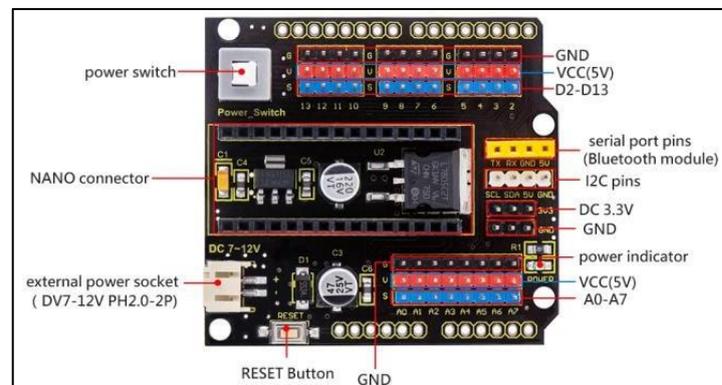
### **2.6.1 Arduino Software (IDE)**

*Integrated Development Environment* (IDE) atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui *sintaks* pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah



ukuran yang kecil (45 mm x 18 mm). 14 pin i/o ini memiliki fungsi khusus yaitu 2 pin serial (RX pin D0 dan TX pin D1), 2 pin interupsi *internal* (pin D2 dan pin D3), 6 pin *output* PWM 8-bit (pin D3,D5,D6,D9, D10 dan D11), 4 pin SPI (SS pin D10, Mosi pin D11, MISO pin D12, dan SCK pin D13). 8 pin analognya 6 dapat dijadikan sebagai pin i/o digital (A0- A5), serta 2 pin dapat digunakan untuk komunikasi I2C (SDA pin A4 dan SCL pin A5). Pemrograman board Arduino Nano dilakukan dengan menggunakan *Arduino Software (IDE)* dengan cukup menghubungkan Arduino dengan kabel USB ke Pc/ laptop (Suari, 2017).

Arduino tidak dapat bekerja sendiri perlu ditambahkan komponen-komponen lain agar dihasilkan suatu aplikasi yang bermanfaat dalam perancangan media pembelajaran. Maka dari itu diperlukan Shield Arduino yang berfungsi sebagai papan elektronik (*electronic board*) tambahan untuk menyempurnakan fungsi Arduino sesuai kebutuhan proyek. Gambar 2.3 menunjukkan gambaran umum bentuk Arduino Nano + Shield.



**Gambar 2.3** Arduino Nano + Shield

## 2.7 Pompa DC

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Prinsip kerja pompa adalah dengan melakukan penekanan dan penghisapan terhadap fluida. Pada sisi hisap pompa (*suction*), elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang

pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara permukaan fluida yang dihisap dengan ruang pompa (Kusuma dkk, 2020).

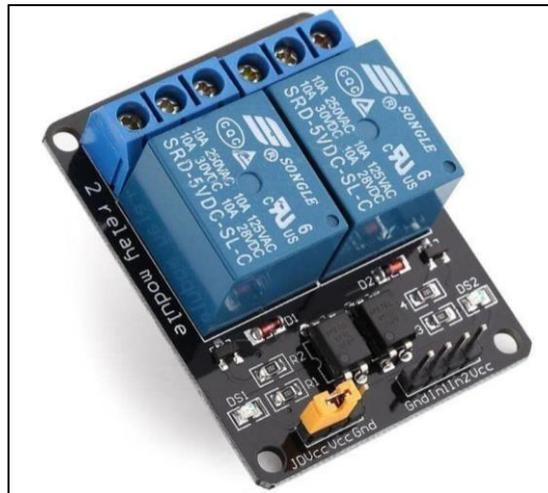
*Mini Subersible Water Pump* adalah motor pompa air *submersible* kecil. Pompa air mini ini dapat digunakan untuk aquarium, kolam ikan, hidroponik, robotika atau proyek dalam pembuatan aplikasi berbasis mikrokontroler. Pompa air *mini subersible* ini menggunakan motor DC *brushless* dan bekerja dengan tegangan DC 5V 120L/jam, kelebihan dari pompa air mini ini adalah tidak berisik saat digunakan dan aman saat bekerja di air (Ulum dkk, 2022). Tampilan pompa air DC 5V dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Pompa Air DC 5V

## 2.8 Relay

*Relay* adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Elektromekanik* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni *Elektromagnet (Coil)* dan *Mekanikal* (seperangkat Kontak Saklar/ *Switch*). *Relay* menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Pada dasarnya *relay* terdiri dari 4 komponen dasar yaitu, *Electromagnet (Coil)*, *Armature*, *Switch Contact Point* (Saklar) dan *Spring* (Risanto dan Arianto, 2017). Tampilan *relay* dapat dilihat pada gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Relay 2CH

## 2.9 Stepper Nema 17

*Motor stepper* merupakan suatu perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. *Motor stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada *motor*. Maka dari itu, untuk menggerakkan *motor stepper* diperlukan pengendali *motor stepper* yang membangkitkan pulsa-pulsa *periodic* (Prasetyo dkk, 2020). Tampilan *stepper nema* 17 dapat dilihat pada gambar 2.6.

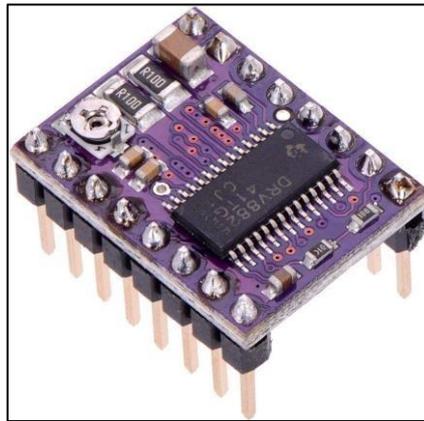


**Gambar 2.6** Stepper Nema 17

*Motor stepper* berjenis NEMA 17 yang merupakan *motor stepper* paling terjangkau dan lazim digunakan pada mesin CNC berskala kecil. *Stepper* NEMA 17 merupakan *motor stepper* dengan ukuran 1.7 inch x 1.7 inch (sekitar 4.1cm x 4.1 cm) pada ukuran plat muka (Putra dkk, 2019).

## 2.10 Driver Motor Stepper

*Driver Motor Stepper* merupakan suatu *driver* yang profesional yang mudah digunakan, sehingga dapat mengendalikan motor melangkah dua fase. Sebagai perangkat profesional, motor ini mampu menggerakkan motor sesuai dengan tipe yang akan digunakan. *Driver motor stepper* ini memiliki *input* daya rentang lebar, catu daya 9 ~ 42VDC. *Driver stepper* mendukung kontrol kecepatan dan arah (Pantonra dkk, 2020). Tampilan *driver motor stepper* dapat dilihat pada gambar 2.7.



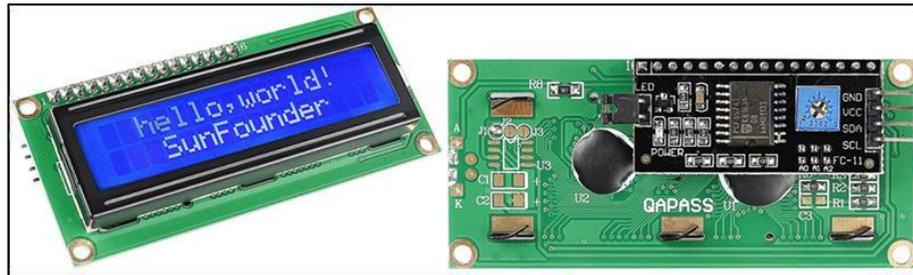
**Gambar 2.7** *Driver Motor Stepper* DRV8825

Pada Gambar 2.7 terlihat bahwa sistem ini terdiri atas tiga bagian utama. Bagian pertama adalah rangkaian kontroler, pada penelitian ini berupa mikrokontroler yang berfungsi sebagai penyedia gelombang *square wave* (pembakitan gelombang *square wave* menggunakan fitur *Timer* MCU). Bagian kedua adalah rangkaian motor *stepper driver*, yaitu DRV8825. Pada bagian ini berbagai pin yang terdapat pada IC tersebut dihubungkan ke rangkaian pengontrol, motor *stepper*, dan suplai tegangan. Bagian ketiga sistem ini adalah motor *stepper*. Ada empat kabel pada motor *stepper* yang digunakan. Keempat kabel tersebut merupakan kabel dari kumparan didalam motor. Jadi, dapat diketahui bahwa semua koneksi pada rangkaian ini menggunakan kabel (Wardhana dkk, 2018).

## 2.11 Liquid Crystal Display (LCD)

*Liquid Crystal Display* (LCD) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat menggunakan 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 ini berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka, ataupun grafik (Mindasari dkk, 2022). Tampilan LCD dapat dilihat pada gambar 2.8.

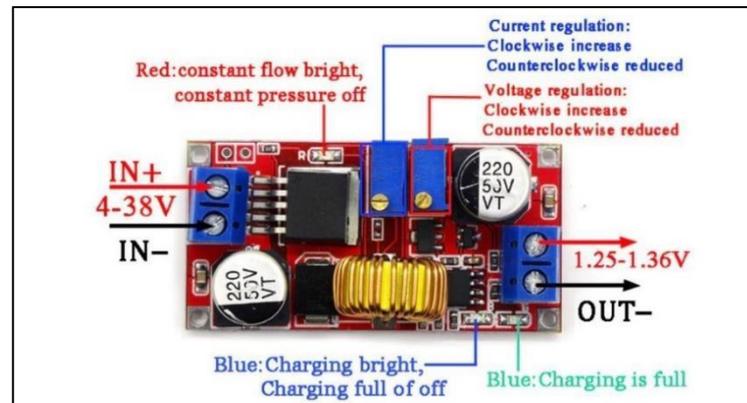


**Gambar 2.8** LCD 16x2

Prinsip kerja LCD 16x2 adalah dengan menggunakan lapisan film yang berisi kristal cair dan diletakkan di antara dua lempeng kaca yang telah dipasang elektroda logam transparan. Saat tegangan dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul-molekul kristal cair akan menyusun agar cahaya yang mengenainya akan diserap. Dari hasil penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk huruf, angka, atau gambar sesuai bagian yang diaktifkan.

## 2.12 Step Down

*Step Down* merupakan pembatas arus dan tegangan dan memiliki efisiensi sebesar 85%. Regulator ini digunakan untuk menyesuaikan tegangan ataupun arus dari sebuah input listrik ke salah satu outputnya sesuai dengan kebutuhan daya yang diperlukannya. Regulator ini dapat menurunkan tegangan dari 12 V menjadi 5 V (Hidayat dkk, 2023). Tampilan *Step Down* dapat dilihat pada gambar 2.9.



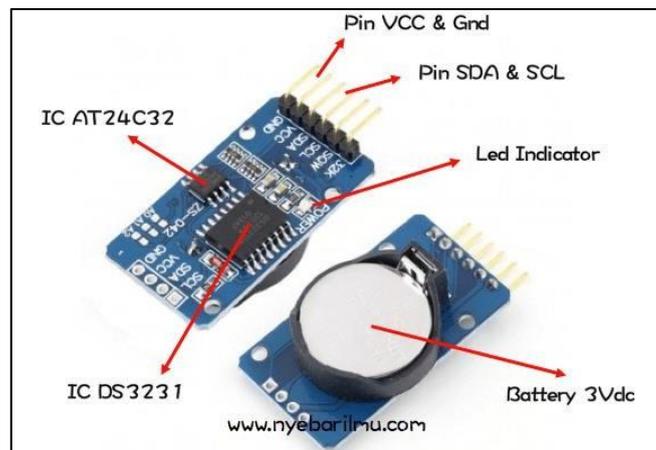
**Gambar 2.9** Step Down XL4015 5A

### 2.13 Real Time Clock (RTC)

*Real time clock* (RTC) merupakan sebuah perangkat yang dapat menerima dan menyimpan data *realtime* berupa *dekripsi* waktu, seperti hari, tanggal, bulan, dan tahun. Pada penelitian ini, RTC yang digunakan adalah jenis RTC DS3232. Secara otomatis, RTC mampu menyimpan seluruh data waktu, hari, tanggal, bulan dan tahun, hingga perbedaan bulan yang memiliki 30 hari ataupun 31 hari (Rahardjo, 2021).

*Real Time Clock* (RTC) adalah jam elektronik berupa *chip* yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga atau menyimpan data waktu tersebut secara *real time*. Karena jam tersebut bekerja *real time*, maka setelah proses hitung waktu dilakukan *output* datanya langsung disimpan atau dikirim ke *device* lain melalui sistem antarmuka.

*Chip* RTC sering dijumpai pada *motherboard* PC (biasanya terletak dekat *chip* BIOS). Semua komputer menggunakan RTC karena berfungsi menyimpan informasi jam terkini dari komputer yang bersangkutan. RTC dilengkapi dengan baterai sebagai pensuplai daya pada *chip*, sehingga jam akan tetap *up-to-date* walaupun komputer dimatikan. RTC dinilai cukup akurat sebagai perwaktu (*timer*) karena menggunakan osilator Kristal (Iqbar dan Riyanti, 2020). Tampilan RTC dapat dilihat pada gambar 2.10.



**Gambar 2.10** RTC DS3232

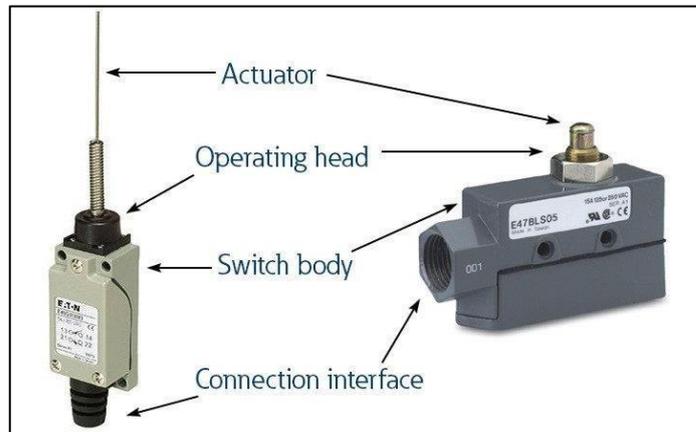
## 2.14 Limit Switch

*Limit switch* merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar ON/OFF yaitu hanya akan terhubung pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan terputus saat katup tidak ditekan. Dan *Emergency stop* merupakan jenis saklar yang apabila ditekan akan terkunci dan untuk melepaskannya harus diputar, disebut *emergency stop* untuk memudahkan pengguna mengetahui fungsi saklar ini yaitu untuk memastikan sistem secara darurat (Julian dkk, 2023).

*Limit switch* adalah suatu alat yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada suatu rangkaian, berdasarkan struktur mekanik dari *limit switch* itu sendiri. *Limit switch* memiliki tiga buah terminal, yaitu: central terminal, *normally close* (NC) terminal, dan *normally open* (NO) terminal. Sesuai dengan namanya, *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 memutuskan 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. Tampilan *Limit Switch* dapat dilihat pada gambar 2.11.



**Gambar 2.11** *Limit Switch*

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. Konstruksi dan simbol *limit switch* dapat dilihat seperti gambar di bawah (Saleh dan Haryati, 2017).

*Limit switch* umumnya digunakan untuk:

- a. Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain.
- b. Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek.

## 2.15 Draw.io

*Draw.io* merupakan sebuah Aplikasi yang digunakan untuk membuat rancangan diagram tanpa diperlukan instalasi aplikasi, cukup dengan sambungan internet. *Draw.io* merupakan aplikasi yang bersifat fleksibel, datanya dapat disimpan dimana saja dan dapat menggunakan media penyimpanan sendiri. Pada Aplikasi ini menawarkan banyak package untuk merancang dan membuat diagram, seperti UML, *Flowchart*, dan 12 *Entity Relation*. *Draw.io* juga tidak memiliki

batasan pada pengguna dan diagram yang dibuat (Harahap, 2018) dalam jurnal (Safira dkk, 2023). Tampilan *draw.io* dapat dilihat pada gambar 2.12.



**Gambar 2.12** *draw.io*

### **2.16 Software Fritzing**

*Fritzing* merupakan *software* yang bersifat *open source* untuk merancang rangkaian elektronika. *Fritzing* dikembangkan di *University of Applied of Postdam*. *Software* tersebut mendukung para penggemar elektronika untuk membuat *prototipe* dengan merancang rangkaian berbasis mikrokontroler Arduino. Memungkinkan para perancang elektronika pemula sekalipun untuk membuat *layout PCB* yang bersifat *custom*. Tampilan dan penjelasan yang ada pada *Fritzing* bisa dengan mudah dipahami oleh seseorang yang baru pertama kali menggunakannya, Perangkat lunak ini bisa bekerja baik di lingkungan sistem operasi GNU/Linux maupun *Microsoft Windows*. Masing-masing *software* memiliki keunggulannya masing-masing bagi setiap tipe pengguna dan keperluan (Mentaruk dkk, 2020). Tampilan *software fritzing* dapat dilihat pada gambar 2.13.



**Gambar 2.13** *software fritzing*

### **2.17 Flowchart**

*Flowchart* merupakan gambaran berbentuk suatu grafik yang disertai langkah-langkah dan urutan suatu prosedur dari suatu program. *Flowchart* dapat membantu proses analisis, perancangan dan pengkodean untuk memecahkan masalah kedalam bagian-bagian yang lebih kecil untuk pengoperasiannya. *Flowchart* biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah pada evaluasi lebih

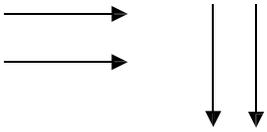
lanjut. Pengertian lain *Flowchart* dapat dikatakan sebuah diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan aliran proses yang menampilkan beberapa langkah-langkah yang disimbolkan atau dapat diartikan sebagai penggambaran secara grafik dari langkah-langkah atau urutan-urutan dari suatu prosedur program yang mempunyai fungsi tertentu.

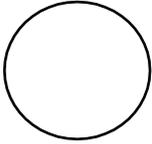
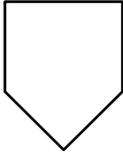
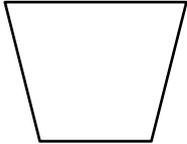
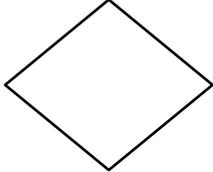
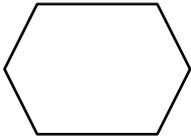
Fungsi *Flowchart* digunakan untuk memberikan gambaran suatu proses produksi agar mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan langkahnya dari proses yang satu ke proses yang lainnya. Selanjutnya memberikan kesederhanaan pada rangkaian proses untuk memudahkan pemahaman pengguna terhadap informasi yang dibutuhkan. Adapun petunjuk pembuatan *Flowchart* adalah sebagai berikut:

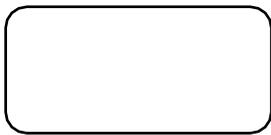
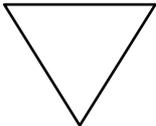
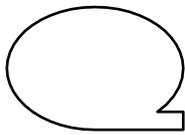
- a. *Flowchart* digunakan atau digambarkan dengan halaman atas ke bawah dan dari kiri ke kanan.
- b. Kegiatan yang digambarkan harus dapat dimengerti oleh penggunanya.
- c. Harus ada kejelasan untuk awal dan akhirnya.
- d. Tahapan dari aktivitas harus diuraikan dengan menggunakan deskripsi kata kerja.
- e. Tahapan langkah dari kegiatannya harus berada pada urutan yang tepat.
- f. Ruang lingkup kegiatan yang berjalan harus ditelusuri dengan seksama.
- g. Disarankan penggunaan simbol-simbol *Flowchart* yang baku.

Sebuah *flowchart* juga dapat didefinisikan sebagai sebuah diagram yang menggunakan simbol grafis untuk menunjukkan aliran proses dengan beberapa langkah yang ditunjukkan (Malabay, 2016). Berikut terdapat simbol-simbol pada class diagram yang digunakan serta keterangannya seperti yang terlihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2. 1** Simbol-Simbol *Flowchart*

NO	SIMBOL	KETERANGAN
1.		Simbol arus/ <i>flow</i> , yaitu simbol yang digunakan untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol

		yang lain. Simbol ini disebut juga connecting line.
2.		Simbol <i>connector</i> , yaitu simbol untuk keluar – masuk atau penyambungan proses dalam lembar/ halaman yang sama.
3.		Simbol <i>offline connector</i> , yaitu simbol untuk keluar – masuk atau penyambungan proses pada lembar/ halaman yang berbeda.
4.		Simbol <i>process</i> , yaitu simbol yang menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer.
5.		Simbol <i>Manual Operation</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh komputer.
6.		Simbol <i>Decision</i> , berfungsi untuk menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya/ tidak
7.	Simbol <i>Terminal</i> , berfungsi untuk menyatakan permulaan atau akhir suatu program	
8.		Simbol <i>Predefined Process</i> , berfungsi untuk menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal

9.		<p>Simbol <i>Keying Operation</i>, berfungsi untuk menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai <i>keyboard</i></p>
10.		<p>Simbol <i>Offline-Storage</i>, berfungsi untuk menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu</p>
11.		<p>Simbol <i>Manual Input</i>, berfungsi untuk memasukkan data secara manual dengan menggunakan <i>online keyboard</i></p>
12.		<p>Simbol <i>Input/ Output</i>, berfungsi untuk menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung jenis peralatannya</p>
13.		<p>Simbol <i>Magnetic Tape</i>, berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari pita magnetis atau <i>output</i> disimpan ke pita magnetis</p>
14.		<p>Simbol <i>Disk Storage</i>, berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i>.</p>
15.		<p>Simbol <i>Document</i>, berfungsi untuk mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui <i>printer</i>)</p>
16.		<p>Simbol <i>Punched Card</i>, berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu</p>