

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller menurut Capiel (1982) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi – fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.

Programmable Logic Controller yang berfungsi sebagai pengendali yang programnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, serta penyusunan program kontrolnya berdasarkan pada suatu rangkaian kelistrikan yang diaplikasikan kedalam pernyataan logika (logic). Dengan cara memasukkan program kedalam input data yang ada pada PLC melalui programming console dan programming Ladder melalui PC.

Berdasarkan namanya konsep PLC terbagi atas 3 poin, sebagai berikut:

- a. *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
- b. *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi dan lain sebagainya.
- c. *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

2.1.1. Jenis – Jenis PLC

Secara umum PLC terbagi menjadi 2 jenis, yaitu PLC *Compact* dan PLC Modular. Perhatikan penjelasan dibawah ini mengenai PLC *Compact* dan PLC Modular [5]:

a. PLC Compact

PLC *Compact* sering juga disebut dengan jenis “based” dimana komponen – komponen Processor, I/O, dan Catu daya melekat menjadi 1 bagian pada 1 unit yang tidak terpisahkan. Ciri – ciri PLC *Compact* antara lain:

1. Seluruh komponen (power supply, CPU, modul input – output, modul komunikasi) menjadi satu.
2. Umumnya berukuran kecil (*compact*).
3. Mempunyai jumlah input/output relatif sedikit dan tidak dapat di*expan*.
4. Tidak dapat ditambah modul – modul khusus.

Gambar 2.1 dibawah ini merupakan contoh dari PLC *Compact* keluaran pabrik *Schneider*:



Gambar 2.1 PLC *Compact*

(Sumber: <https://www.google.com/search?q=plc+TWDLCD40DRF>)

b. PLC Modular

PLC Modular adalah PLC Modular, adalah PLC yang konstruksinya terpisah antara input, output, dan prosesnya menjadi bagian dari modul-modul. Umumnya memiliki kapasitas besar dibandingkan dengan PLC *Compact*. Ciri – ciri PLC Modular yaitu:

1. Komponen – komponennya terpisah ke dalam modul – modul.
2. Berukuran besar.
3. Memungkinkan untuk ekspansi jumlah input /output (sehingga jumlah lebih banyak).

4. Memungkinkan penambahan modul – modul khusus.

Gambar 2.2 dibawah ini merupakan contoh dari PLC *Modular* keluaran pabrik *Omron* :



Gambar 2.2 PLC Modular

(Sumber: <https://www.google.com/search?q=plc+modular&source=lms&afe=>)

2.1.2. Komponen Penyusun PLC

Umumnya sebuah sistem PLC memiliki lima komponen dasar. Komponen-komponen ini adalah CPU (*Central Processing Unit*), *Memory*, *Power Supply*, Perangkat Pemrograman dan *Input/Output*. Berikut dijelaskan mengenai komponen penyusun PLC yang telah disebutkan diatas:

a. CPU (*Central Processing Unit*)

Bagian ini merupakan otak atau jantung PLC, karena bagian ini merupakan bagian yang melakukan operasi atau pemrosesan program yang tersimpan dalam PLC. Disamping itu CPU juga melakukan pengawasan atas semua operasional kerja PLC, *transfer* informasi melalui *internal bus* antara PLC, *memory* dan unit I/O.

b. *Memory*

Memory pada PLC berfungsi untuk menyimpan data dan program. Secara fisik, *memory* ini berupa *chip* dan untuk pengamannya diberi baterai *back – up* pada PLC. Unit *memory* ini di bedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. *Volatile Memory*

Volatile Memory merupakan suatu *memory* yang apabila sumber tegangannya dilepas, maka data yang tersimpan atau yang sedang diproses akan hilang. Contohnya adalah RAM (*Random Access Memory*), SRAM (*Static Random Access Memory*) dan DRAM (*Dynamic Random Access Memory*).

2. *Non – Volatile Memory*

Non – Volatile Memory merupakan suatu *memory* yang apabila tegangannya dilepas, data yang tersimpan atau yang sedang diproses tidak akan hilang. Contohnya adalah ROM (*Read Only Memory*). *Memory* ini hanya bisa dibaca saja, tidak bisa ditambah dan tidak bisa dirubah. Untuk mengubah isi ROM maka diperlukan memori jenis EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*).

c. **Power Supply (Catu Daya)**

Catu daya adalah sebuah peralatan penyedia tegangan atau sumber daya untuk peralatan elektronika dengan prinsip mengubah tegangan listrik yang tersedia dari jaringan distribusi transmisi listrik menuju level yang diinginkan sesuai kebutuhan daya untuk alat elektronik yang digunakan.

Jika suatu catu daya bekerja dengan beban maka terdapat keluaran tertentu dan jika beban tersebut dilepas maka tegangan keluar akan naik, persentase kenaikan tegangan dianggap sebagai regulasi dari catu daya tersebut.

Agar tegangan keluaran catu daya lebih stabil, dapat digunakan suatu komponen IC yang disebut IC regulator, misalnya IC Regulator 7812 atau IC Regulator 7805. Hal ini memungkinkan keluaran DC catu daya dapat dibentuk sesuai kebutuhan.

d. **Perangkat Pemrograman**

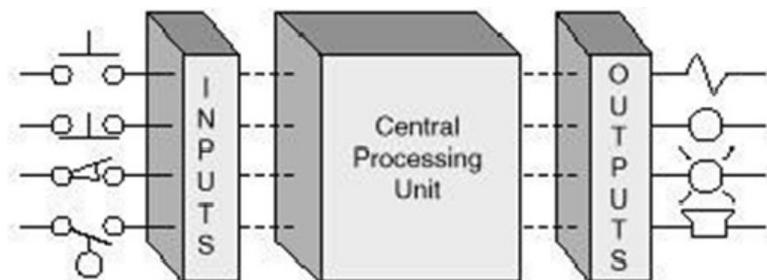
Perangkat Pemrograman dipergunakan untuk memasukkan program yang dibutuhkan ke dalam memori. Program tersebut dibuat dengan menggunakan perangkat ini dan kemudian dipindahkan ke dalam unit memori PLC.

e. **Input / Output**

Input merupakan bagian yang menerima sinyal elektrik dari sensor atau komponen lain dan sinyal itu dialirkan ke PLC untuk diproses. Ada banyak jenis modul *input* yang dapat dipilih dan jenisnya tergantung dari *input* yang akan

digunakan. Jika *input* adalah *limit switch* dan *push button* dapat dipilih kartu *input* DC. Modul *input* analog adalah kartu *input* khusus yang menggunakan ADC (*Analog to Digital Conversion*) dimana kartu ini digunakan untuk *input* yang berupa *variable* seperti temperatur, kecepatan, tekanan dan posisi. Pada umumnya ada 8-32 *input* point setiap modul *inputnya* [6].

Output adalah bagian PLC yang menyalurkan sinyal elektrik hasil pemrosesan PLC ke peralatan output. Besaran informasi / sinyal elektrik itu dinyatakan dengan tegangan listrik antara 5 – 15 volt DC dengan informasi diluar sistem tegangan yang bervariasi antara 24 – 240 volt DC maupun AC. Kartu *output* biasanya mempunyai 6-32 *output* point dalam sebuah *single module*. Kartu output analog adalah tipe khusus dari modul *output* yang menggunakan DAC (*Digital to Analog Conversion*). Modul *output* analog dapat mengambil nilai dalam 12 bit dan mengubahnya ke dalam signal analog. Biasanya signal ini 0-10 volts DC atau 4-20 mA. Signal Analog biasanya digunakan pada peralatan seperti motor yang mengoperasikan katup dan *pneumatic position control devices*. Gambar 2.3 dibawah ini merupakan blok digram PLC secara umum:



Gambar 2.3 Blok Diagram PLC

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=blok+diagram+umum+plc&source>)

2.1.3. Bahasa Pemrograman PLC

Terdapat beberapa bahasa pemrograman standar untuk menuliskan bahasa pemrograman PLC. Menurut *International Electrotechnical Commission (IEC)* dikenal dengan IEC 1131-3 terdapat 5 bahasa pemrograman PLC (Crispin, 1997), yaitu [7]:

1. **Instruction List (IL)** adalah rangkaian instruksi bahasa tingkat rendah berdasarkan *mnemonics* yang sering digunakan untuk perintah utama PLC.

2. **Ladder Diagram (LD)** adalah sebuah bahasa pemrograman tipe grafik yang berkembang dari metode rangkaian logika *relay* listrik dan digunakan di seluruh PLC.
3. **Structured Text (ST)** adalah sebuah bahasa pemrograman berbasis teks tingkat tinggi yang serupa Pascal dalam membangun struktur kendali perangkat lunaknya.
4. **Function Blok Diagram (FBD)** adalah sebuah bahasa pemrograman tipe grafik berdasarkan blok-blok fungsi yang dapat digunakan kembali didalam bagian yang berbeda dalam sebuah aplikasi.
5. **Sequential Function Chart (SFC)** adalah sebuah bahasa tipe grafik untuk membangun sebuah kendali program sekuensial untuk mengendalikan waktu dan keadaan berdasarkan grafik.

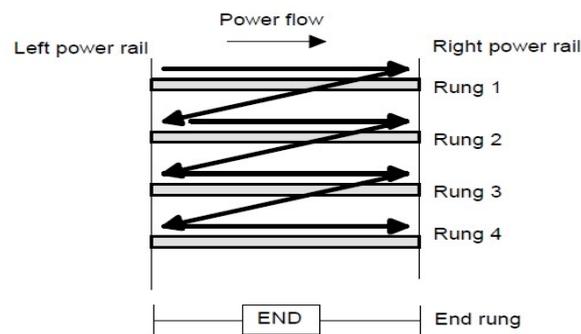
Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan bahasa pemrograman *Ladder Diagram* untuk PLC *Schneider Twido TWDLCE40DRF* yang digunakan. Berikut akan dijelaskan tentang *Ladder Diagram*:

2.1.4. **Ladder Diagram**

Ladder Diagram adalah bahasa pemrograman PLC yang menggambarkan program dalam bentuk grafis. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik sebuah proses. Diagram – diagram tangga terdiri dari dua garis vertikal yang merepresentasikan rel-rel daya [8]. Komponen – komponen rangkaian disambungkan sebagai garis-garis horizontal, yaitu anak-anak tangga, di antara kedua garis vertikal ini. Dalam menggambarkan sebuah diagram tangga, diterapkan konvensi-konvensi tertentu, yaitu:

1. Garis-garis vertikal diagram merepresentasikan rel-rel daya, dimana di antara keduanya komponen-komponen rangkaian tersambung
2. Tiap-tiap anak tangga mendefinisikan sebuah operasi dalam proses kendali.
3. Sebuah diagram tangga dibaca dari kiri ke kanan. Anak tangga teratas dibaca dari kiri ke kanan dan demikian seterusnya. Prosedur membaca semua anak tangga program ini disebut sebagai sebuah siklus.

4. Tiap-tiap anak tangga harus dimulai dengan sebuah *input* atau sejumlah *input* dan harus berakhir dengan setidaknya sebuah *output*.
5. Perangkat-perangkat listrik ditampilkan dalam kondisi normalnya. Dengan demikian, sebuah sakelar yang dalam keadaan normalnya terbuka hingga suatu objek menutupnya, diperlihatkan sebagai terbuka pada diagram tangga, demikian pula sebaliknya
6. Sebuah perangkat tertentu dapat digambarkan pada lebih dari satu anak tangga. Huruf-huruf atau nomor-nomor dipergunakan untuk memberi label bagi perangkat tersebut pada tiap-tiap situasi kendali yang dihadapinya.
7. *Input* dan *output* seluruhnya diidentifikasi melalui alamat-alamatnya, notasi yang dipergunakan bergantung pada pabrikan PLC yang bersangkutan. Gambar 2.4 dibawah ini merupakan alur cara membaca *Ladder Diagram*.



Gambar 2.4 *Ladder Diagram*

(Sumber: <http://omelektro.blogspot.com/2019/02/bahasa-pemrograman-plc.html>)

2.2. Motor Servo MG996R

Motor servo adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di *set-up* atau diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo dapat pula diartikan sebagai perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo *rotation* 180° dan servo *rotation continuous* 360°. Berikut ini penjelasannya [9]:

- a. Motor servo standard (servo *rotation* 180°) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180°.
- b. Motor servo *rotation continuous* 360° merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo *standard*, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri. Gambar 2.5 dibawah ini merupakan Motor Servo MG996.



Gambar 2.5 Motor Servo MG996 180°

(Sumber: <http://www.servodatabase.com/servo/towerpro/mg996r>)

Keunggulan dari penggunaan motor servo adalah:

- a. Tidak bergetar dan tidak ber-resonansi saat beroperasi.
- b. Daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor.
- c. Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan.
- d. Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti encoder yang dipakai.
- e. Tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi.

Motor servo dapat dimanfaatkan pada pembuatan robot, salah satunya

sebagai penggerak kaki robot. Motor servo dipilih sebagai penggerak pada kaki robot karena motor servo memiliki tenaga atau torsi yang besar, sehingga dapat menggerakkan kaki robot dengan beban yang cukup berat.

Motor servo pada dasarnya dibuat menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan controler dan sensor posisi sehingga dapat memiliki gerakan 0° , 90° , 120° , 180° atau 360° . Tiap komponen pada motor servo diatas masing-masing memiliki fungsi sebagai *controller*, *driver*, *sensor*, *gearbox* dan aktuator. Motor pada sebuah motor servo adalah motor DC yang dikendalikan oleh bagian controler, kemudian komponen yang berfungsi sebagai sensor adalah potensiometer yang terhubung pada sistem gearbox pada motor servo.

2.3. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat open-source, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan dalam berbagai bidang terutama bidang elektronik. *Hardware*nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Maksud dari pengendali mikro *single-board* adalah perangkat khusus berupa modul elektronik yang bentuk dan komponennya sudah jadi dan siap digunakan. Maksud dari open-source yaitu perangkat yang bebas dikembangkan oleh siapa saja dan dibuat oleh siapa saja. Namun, tetap ada standar dari pembuatnya. Maksud dari *Wiring platform* adalah platform elektronik *open source* yang terdiri dari tiga komponen yaitu bahasa pemrograman, software IDE (*integrated development environment*), dan sebuah perangkat mikrokontroler. Jadi dari penjelasan diatas Arduino memiliki 3 komponen khusus yaitu Alatnya khusus, Bahasa pemrograman khusus, dan *Software* untuk memprogram juga khusus.

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATMega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu atau perusahaan yang membuat Arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level *hardware*. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk *bypass bootloader* dan menggunakan downloader untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP.

Bahasa pemrograman yang digunakan Arduino menggunakan bahasa C. Untuk orang yang pernah menggunakan bahasa pemrograman C, C++, Java, PHP, Javascript, maka mungkin akan sedikit familiar. Akan tetapi, bahasa pemrograman Arduino memiliki fungsi-fungsi khusus yang hanya ada di Arduino seperti `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan lain-lain.

Ada beberapa jenis Arduino yang sudah umum digunakan, anatar lain Arduino UNO , Arduino MEGA, Arduino NANO, Arduino DUE, Arduino LEONARDO, Arduino FIO, Arduino LILYPAD, Arduino MINI, Arduino MIKRO dan yang lainnya. Berikut ini dijelaskan mengenai Arduino UNO [10]:

2.3.1. Arduino UNO

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik tegangan AC ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.

Arduino Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial, berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial. Dibawah ini dijelaskan spesifikasi dari Arduino UNO:

2.3.1.1. Daya

Arduino UNO dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC-ke adaptor-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan plug jack pusat-positif ukuran 2.1mm konektor POWER. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin header dari konektor POWER. Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk board Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak board Uno.

2.3.1.2. Memori

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM library).

2.3.1.3. Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital di Uno dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi *pinMode ()*, *digitalWrite ()*, dan *digitalRead ()*, beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (secara default terputus) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

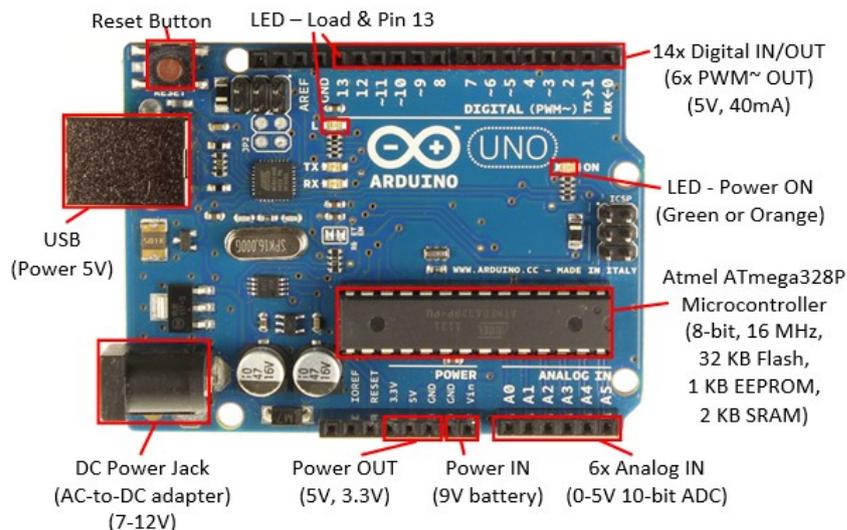
- 1 *Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.
- 2 *Eksternal menyela*: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai.
- 3 *PWM*: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite ()*.
- 4 *SPI*: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
- 5 *LED*: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai HIGH, LED on, ketika pin bernilai LOW, LED off.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- 1 *Aref*. Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk input analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference ()*.
- 2 *Reset*. Bawa baris ini LOW untuk me-reset mikrokontroler.
- 3 *I2C*: A4 (*SDA*) dan A5 (*SCL*). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan *Wire*.

2.3.1.4. Komunikasi

Arduino UNO memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '8 U2 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1) [11]. Gambar 2.6 dibawah ini merupakan Arduino UNO.



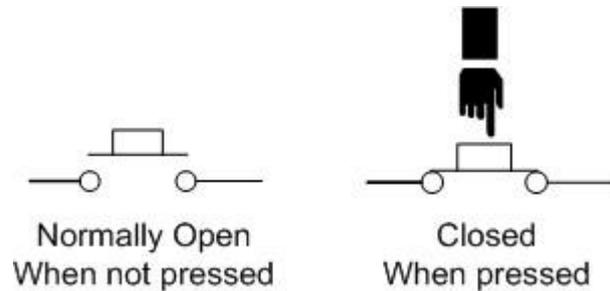
Gambar 2.6 Arduino UNO

(Sumber: <https://search?q=arduino+uno+adalah&source=lm&safe=strict&hl=>)

2.4. Saklar Tombol Tekan (*Push Buttun Switch*)

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat atau saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka

saklar akan kembali pada kondisi normal. Simbol dari *Push button switch* dapat dilihat pada Gambar 2.7 dan bentuk dari *Push button switch* dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini:



Gambar 2.7 Simbol *Push Button Switch*

(Sumber: <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-push-button-switch-saklar-tombol-tekan/>)



Gambar 2.8 *Push Button Switch*

(Sumber: <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-push-button-switch-saklar-tombol-tekan/>)

Sebagai *device* penghubung atau pemutus, *push button switch* hanya memiliki 2 kondisi, yaitu On dan Off (1 dan 0). Istilah On dan Off ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi On dan Off.

Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung berhubungan dengan operator, *push button switch* menjadi *device* paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian On dan Off.

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, *push button switch* mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*).

- a. **NO (*Normally Open*)**, merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (*Close*) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem *circuit* (*Push Button ON*).
- b. **NC (*Normally Close*)**, merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar *push button* ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (*Open*), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem *circuit* (*Push Button Off*).

2.5. LED (*Light Emitting Diode*)

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun Remote Control perangkat elektronik lainnya [12].

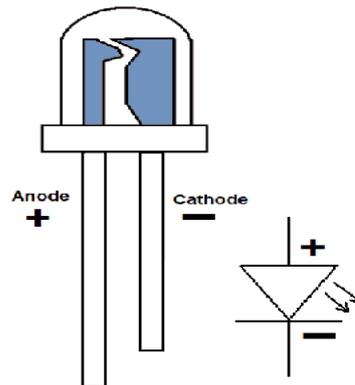
Dapat dilihat pada Gambar 2.9 dibawah adalah Pilot *Lamp* 24V DC sebagai LED yang digunakan pada Tugas Akhir ini, dan Gambar 2.10 dibawah adalah Simbol LED. Sudah diketahui bahwa LED merupakan salah satu jenis dari dioda yang memiliki kutub anode dan katoda, sama halnya pada LED yang mempunyai kutub anode (untuk tegangan Positif) dan katoda (Untuk Tegangan negatif/Ground). Untuk membedakan yang mana anode dan katoda pada LED bisa kita lihat pada panjang kaki led tersebut, untuk kutub anode (+) pada kaki LED lebih panjang dibandingkan dengan kaki LED untuk kutub katode (-), kemudian dapat lihat dari lebar frame (Warna biru pada gambar di dibawah) untuk

menentukan kutubnya yaitu, lebar frame yang kecil itu adalah kutub anode (+) sedangkan untuk lebar frame yang besar adalah kutub katoda (-).



Gambar 2.9 Pilot Lamp 24V DC

(Sumber: <https://www.plcdroid.com/2019/02/pilot-lamp-indikator-panel-listrik.html>)



Gambar 2.10 Simbol LED

(Sumber: <https://electroino.com/led-light-emitting-diode/>)

Pilot lamp adalah sebuah lampu indikator yang menandakan jika pilot lamp ini menyala, maka itu artinya terdapat sebuah aliran listrik yang masuk pada panel listrik yang dibuat atau dirangkai.

2.5.1. Cara Kerja LED

LED termasuk anggota keluarga Dioda yang kita tau terbuat dari bahan semikonduktor. Mirip dengan dioda yang punya 2 kutub, yaitu positif (P) dan negatif (N), dan LED ini akan bisa memancarkan cahayanya bila adanya aliran tegangan maju atau *bias forward* dari Anoda menuju ke Katoda. Komponen LED dari sebuah *chip* semikonduktor yang sudah didoping hingga tercipta *junction P*

dan N. Doping maksudnya adalah proses menambahkan ketidakmurnian atau *impurity* pada semikonduktor yang murni sehingga dapat membuat karakteristik kelistrikan yang diinginkan.

Saat LED dialiri oleh tegangan maju dari Anoda (P) ke Katoda (N), kelebihan dari elektron pada bahan N-Type akan berpindah ke wilayah yang *Hole* (lubang) berlebih yaitu wilayah yang banyak positif-nya (P-Type material). Saat elektronnya sudah bertemu dengan *hole*, photon akan terlepas dan cahaya monokromatik (satu warna) akan terpancar. Sederhananya LED ini sebagai *Transduser*, yaitu dapat mengubah dari energi listrik menjadi energi cahaya.

2.5.2. Karakteristik LED

Tiap warna LED memiliki karakteristik berbeda-beda, Tabel 2.1 dibawah ini dapat menjelaskan secara singkat mengenai karakteristik dari beberapa warna LED dengan tegangan tertentu.

Tabel 2. 1 Karakteristik LED

Tegangan	Warna	Referensi
24 V AC/DC	Putih	XB5FVB1
	Hijau	XB5FVB2
	Merah	XB5FVB3
	Jingga	XB5FVB4
	Biru	XB5FVB5
110 ... 120 V AC	Putih	XB5FVG1
	Hijau	XB5FVG2
	Merah	XB5FVG3
	Jingga	XB5FVG4
	Biru	XB5FVG5
230 ... 240 V AC	Putih	XB5FVM1
	Hijau	XB5FVM2
	Merah	XB5FVM3
	Jingga	XB5FVM4
	Biru	XB5FVM5

2.6. *Software Twido Suite*

Twido Suite adalah sebuah *software* yang diciptakan untuk memudahkan dalam pembuatan program otomatis kontrol listrik dari suatu proses atau sistem.

PLC Twido menggunakan Twido Suite sebagai software simulasinya. Twido Suite menggunakan bahasa khusus yang sudah dikenal dengan baik oleh orang-orang yang berkecimpung di bidang teknik kontrol listrik yaitu *ladder diagram* dan *statement list*.

2.6.1. Langkah – Langkah Membuat Program pada *Software Twido Suite*

Terdapat beberapa langkah untuk menjalankan atau membuat Program pada *software Twido Suite*. Berikut dijelaskan langkah – langkah nya:

1. Klik icon Twido Suite pada desktop atau pada start menu seperti Gambar 2.11 di bawah ini



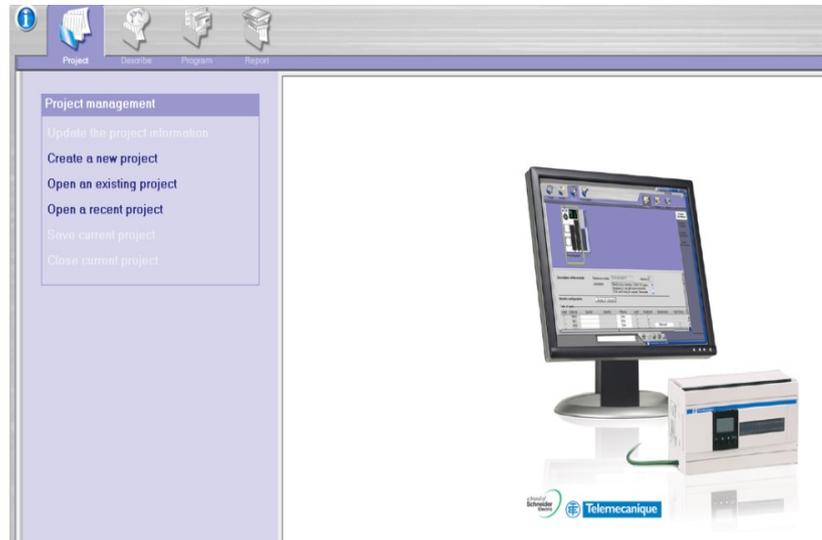
Gambar 2.11 Icon Twidosuite

2. Twido Suite akan menampilkan tampilan seperti pada Gambar 2.12. Pilihlah '*Programming Mode*' untuk membuat program PLC.



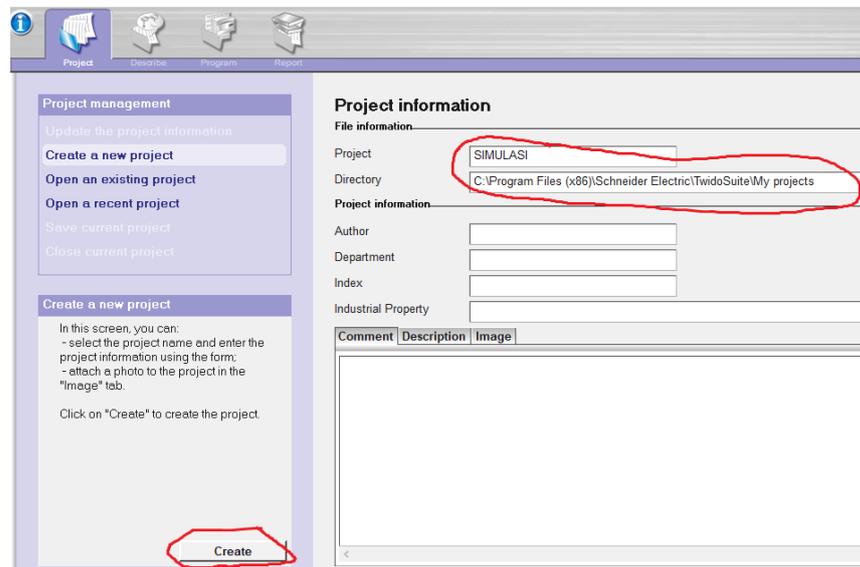
Gambar 2.12 Tampilan Menu Twido Suite

3. Kemudian akan tampil project seperti Gambar 2.13 yaitu layar *project management*. Programmer diberi pilihan untuk membuat program baru atau membuka program yang sudah jadi. Pilih “*Create a new Project*”.



Gambar 2.13 Pilihan Project Management

4. Buat nama *project* dan *directory* tempat project disimpan pada *menu project information* seperti pada gambar 2.14. Kemudian klik tombol ‘*Create*’.



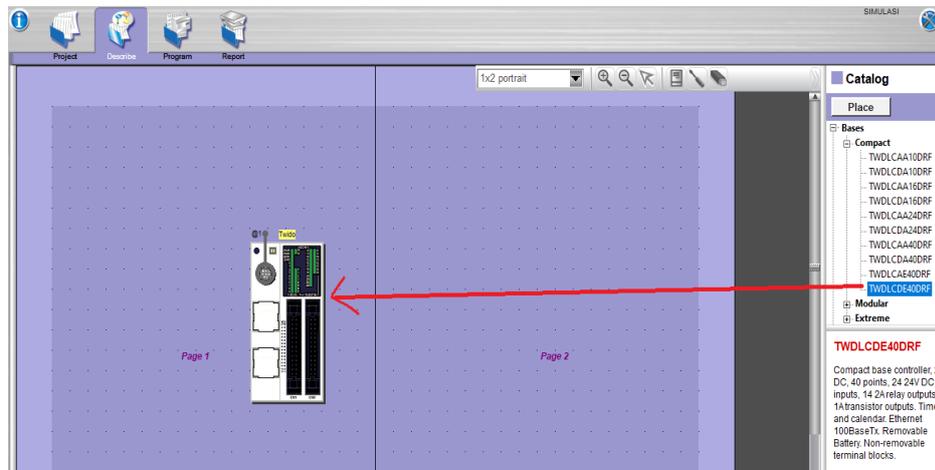
Gambar 2.14 Mengisikan nama project dan directory-nya

5. Pada tampilan berikutnya pilih ‘*Describe*’. Seperti pada Gambar 2.15 dibawah ini:



Gambar 2.15 Describe untuk Setting PLC

6. Setelah dipilih 'Describe' untuk Setting PLC, maka tampilan berikutnya adalah layar setting PLC seperti pada Gambar 2.16 berikut:



Gambar 2.16 Layar Setting PLC

7. Pada Layar Setting PLC, pilih di kotak sebelah kanan(catalog) Bases – Modular – TWDLCE40DRF, kemudian lakukanlah *drag and drop* ke kotak sebelah kiri pada gambar PLC-nya. Setelah setting PLC selesai, pilih pada bagian kiri atas 'Program' untuk menuju editor program PLC seperti pada Gambar 2.17 dibawah ini:



Gambar 2.17 Menu Program

8. Setelah diklik 'Program', maka langkah selanjutnya adalah membuka frame untuk membuat *Ladder Diagram* dengan cara mengklik 'Program' yang berada pada bagian kanan atas layar seperti pada Gambar 2.18 dibawah ini:



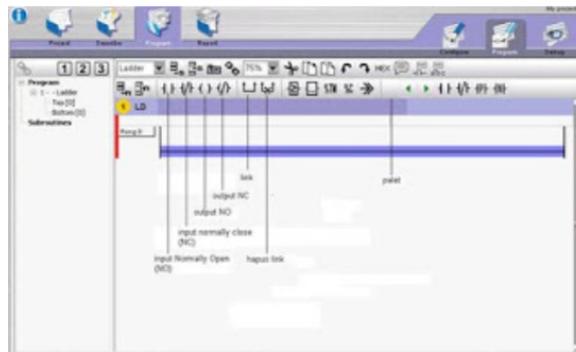
Gambar 2.18 Editing Program PLC

9. Setelah diklik 'Program' pada bagian kanan atas layar. Hasilnya, akan tampil editor *Ladder Diagram* seperti gambar 2.19 berikut:



Gambar 2.19 Tampilan Pertama *Editor Ladder Diagram*

10. Untuk memulai menggambar *Ladder Diagram*, klik icon 'add section' seperti pada objek yang dilingkari pada gambar 2.19, sampai muncul tampilan pada gambar 2.20 dibawah ini:



Gambar 2.20 Editor Ladder Diagram beserta fungsi-fungsi dasar PLC

(Sumber: <http://dedijabo.blogspot.com/2015/11/-software-twido-suite.html>)