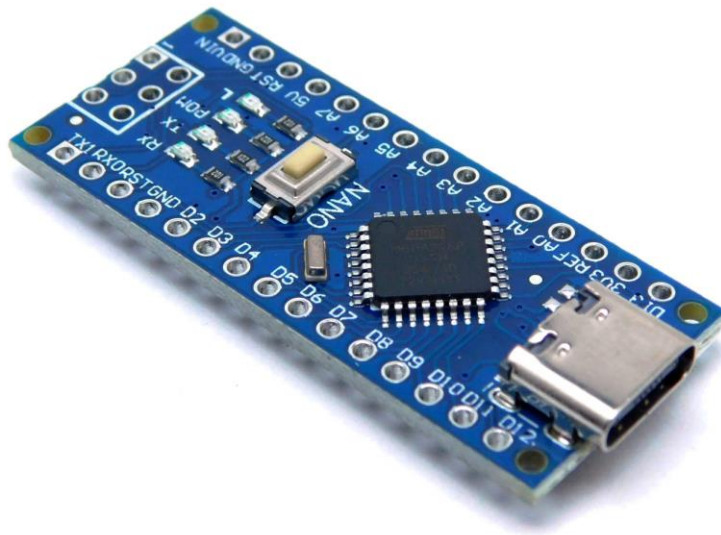


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Arduino Nano*

Arduino merupakan sebuah platform elektronik yang bersifat open source dan sering digunakan untuk merancang dan membuat perangkat elektronik. Platform *Arduino* didesain dengan tujuan utama untuk mempermudah penggunaan perangkat elektronik dalam berbagai aplikasi. *Arduino* menawarkan kemudahan penggunaan dengan software yang user-friendly, yang membuatnya cocok untuk digunakan oleh berbagai kalangan, termasuk pemula dalam bidang elektronika. Kelebihan lainnya adalah komunitas aktif yang mendukung *Arduino*, serta tersedianya berbagai modul dan sensor yang mudah diintegrasikan, menjadikannya alat yang serbaguna untuk berbagai proyek, seperti robotika, otomasi rumah, seni interaktif, dan berbagai aplikasi lainnya. Inilah yang menjadikan *Arduino* sebagai pilihan yang sangat baik bagi siapa pun yang ingin memulai eksplorasi dalam dunia elektronika dan pemrograman mikrokontroler.



Gambar 2. 1 *Arduino*

(Sumber : <https://nettigo.eu/products/arduino-nano-clone-usb-c>)

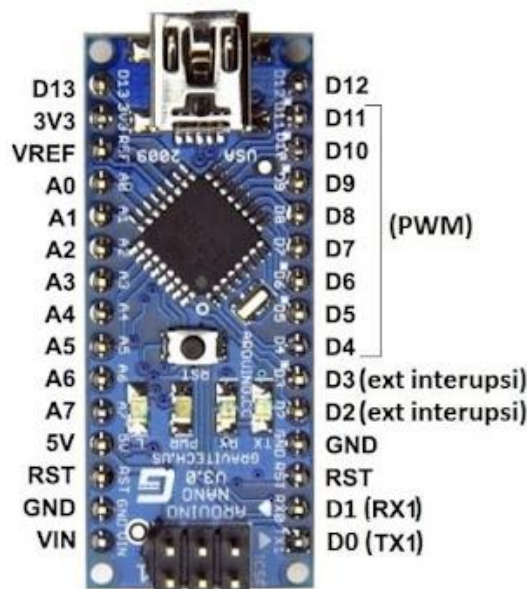
Arduino Nano adalah salah satu papan mikrokontroler yang memiliki ukuran kompak, lengkap dengan fitur yang mendukung penggunaan *breadboard*. Papan *Arduino Nano* menggunakan mikrokontroler ATmega328 (untuk *Arduino Nano* versi 3.x) atau ATmega16 (untuk versi 2.x). Meskipun memiliki ukuran kecil, *Arduino Nano* memiliki kemampuan yang sebanding dengan *Arduino Duemilanove*. Berbeda dengan *Arduino Duemilanove*, *Arduino Nano* tidak memiliki konektor DC berjenis Barrel Jack, melainkan terhubung ke komputer melalui port USB Mini-B. Perangkat *Arduino Nano* ini dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitecth.

2.1.1 Konfigurasi Pin *Arduino Nano*

Arduino Nano memiliki 30 pin yang memiliki berbagai fungsi yang berbeda. Berikut adalah penjelasan mengenai beberapa pin penting pada *Arduino Nano*: VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.

1. VCC: Pin ini digunakan untuk memberikan catu daya digital ke papan.
2. GND: Ini adalah pin ground yang digunakan untuk menghubungkan ke sumber ground.
3. AREF: Pin ini adalah referensi tegangan untuk input analog dan digunakan bersama dengan fungsi `analogReference()`.
4. RESET: Jalur yang berada pada level LOW pada pin ini berfungsi untuk melakukan reset atau reboot pada mikrokontroler. Umumnya, pin ini dimanfaatkan untuk mengintegrasikan tombol reset pada perangkat tambahan yang terhubung ke *Arduino*.
5. Serial RX (0): Pin ini digunakan sebagai penerima data TTL serial.
6. *Serial TX (1): Pin ini digunakan sebagai pengirim data TTL serial.*
7. External Interrupt (Interupsi Eksternal): Pin ini bisa diatur untuk memicu interupsi ketika nilai sinyalnya berubah rendah (LOW), naik (rising), turun (falling), atau perubahan nilai (change)
8. Output PWM 8 Bit: Pin ini digunakan untuk menghasilkan sinyal PWM 8-bit, yang cocok untuk mengendalikan kecepatan motor dan sebagainya menggunakan fungsi `analogWrite()`

9. SPI: Pin ini digunakan untuk mendukung komunikasi melalui protokol SPI (Serial Peripheral Interface)
10. LED: Pin ini adalah pin yang terhubung ke LED built-in pada papan Arduino Nano. Ketika pin ini diatur sebagai HIGH, LED akan menyala, dan ketika diatur sebagai LOW, LED akan mati
11. Input Analog (A0-A7): Pin ini digunakan untuk mengukur atau membaca nilai analog dari sensor atau perangkat eksternal. Rentang pengukuran dapat diubah menggunakan fungsi `analogReference()`.



Gambar 2. 2 Konfigurasi Pin *Arduino Nano*

(Sumber : <http://repository.untag-sby.ac.id/283/3/BAB%20II.pdf>)

2.1.2 Spesifikasi *Arduino Nano*

Berikut ini adalah spesifikasi dari *Arduino Nano* :

1. Chip Mikrokontroler menggunakan ATmega328p atau Atmega168.
2. Tegangan operasi sebesar 5 volt.
3. Tegangan input (yang disarankan) sebesar 7 volt – 12 volt.
4. Terdapat pin digital I/O 14 buah dan 6 diantaranya sebagai output PWM.

5. 8 Pin Input Analog.
6. 40 Ma Arus DC per pin I/O.
7. *Flash Memory* 16KB (Atmega168) atau 32KB (Atmega328) 2KB digunakan oleh *Bootloader*.
8. 1 *Kbyte* SRAM (Atmega168) atau 2 *Kbyte* 32KB (Atmega328).
9. 512 *Byte* EEPROM (Atmega168) atau 1 *Kbyte* (Atmega328).
10. 16MHz *Clock Speed*.
11. Ukuran 1.85cm x 4.3cm.

2.1.3 Sumber Daya Arduino Nano

Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 *Volt* yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. Chip FTDI232L pada *Arduino Nano* akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika *Arduino Nano* diberikan daya dari luar (Non-USB) maka Chip FTDI tidak aktif dan pin 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip apabila pin digital 0 dan 1 berada pada posisi *HIGH*.

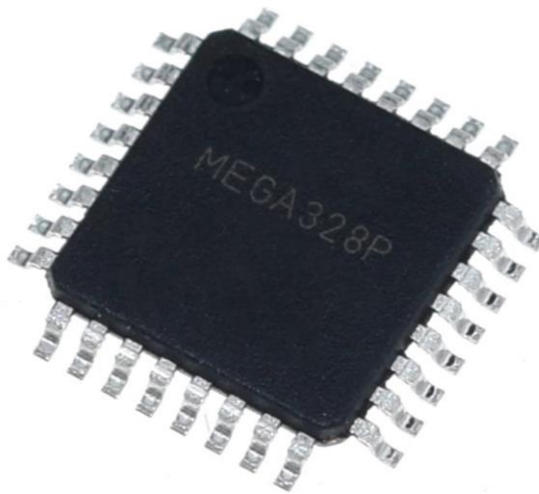
2.1.4 Memori Arduino Nano

Arduino nano menggunakan mikrokontroler Atmega 168 yang dilengkapi dengan flash memori sebesar 16 kbyte dan dapat digunakan untuk menyimpan kode program utama. Flash memori ini sudah terpakai 2 kbyte untuk program *bootloader* sedangkan Atmega328 dilengkapi dengan flash memori sebesar 32 kbyte dan dikurangi sebesar 2 kbyte untuk *bootloader*. Selain dilengkapi dengan flash memori, mikrokontroler ATmega168 dan ATmega328 juga dilengkapi dengan SRAM dan EEPROM. SRAM dan EEPROM dapat digunakan untuk menyimpan data selama program utama bekerja. Besar SRAM untuk ATmega168 adalah 1 kb dan untuk

ATmega328 adalah 2 kb sedangkan besar EEPROM untuk ATmega168 adalah 512 b dan untuk ATmega328 adalah 1 kb.

2.2 Mikrokontroler

Komponen pertama adalah mikrokontroler. Mikrokontroler adalah *chip* yang memungkinkan kamu memprogram *Arduino* dan memproses output berdasarkan input yang diberikan. Singkatnya, mikrokontroler ini adalah otak dari *Arduino*. Ada banyak jenis chip yang digunakan tergantung dari jenis *Arduino*-nya.



Gambar 2. 3 Bentuk Fisik Mikrokontroler Atmega 328

(Sumber : <https://www.amazon.de/-/en/MEIHE-Parts-Zhouqigege-Atmega328p-au-Microcontroller-Memory/dp/B09J21SRV4>)

Mikrokontroler ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Komponen Ini memiliki beberapa fitur antara lain ;

1. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
2. 32 x 8-bit register serba guna.

3. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
4. 32 KB *Flash memory* dan pada *arduino* memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash* memori sebagai *bootloader*.
5. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanent. karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
6. Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.
7. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
8. Master / Slave SPI Serial *interface*.

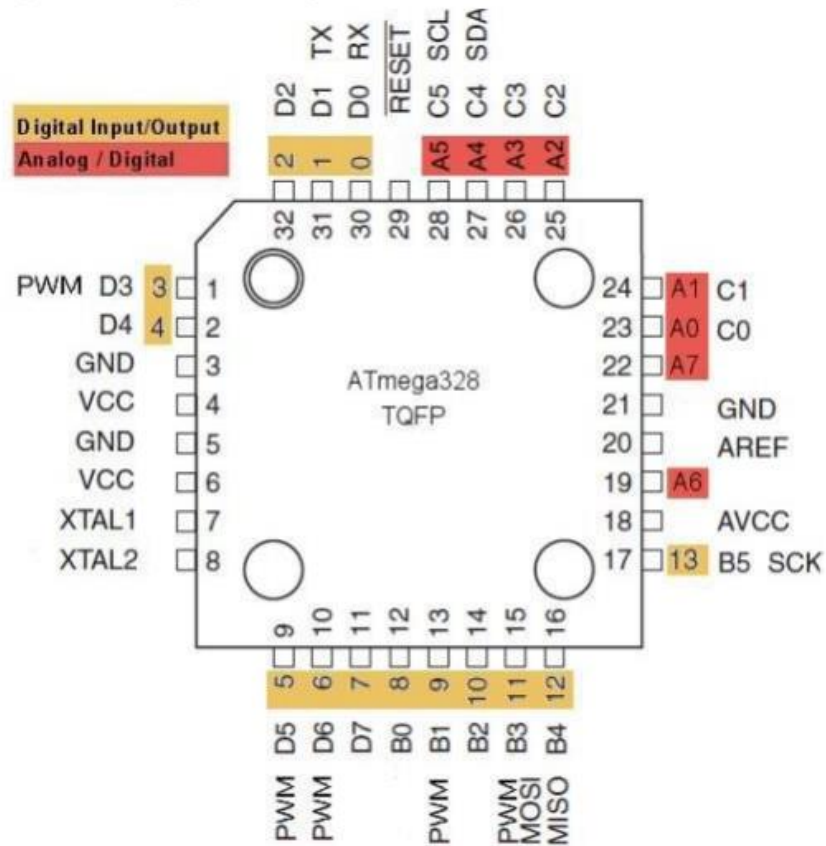
Mikrokontroler ATmega 328 memiliki arsitektur *Harvard*, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*. Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program.

Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus *clock*. 32 x 8-bit *register* serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah *register pointer* 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data.

Ketiga *register pointer* 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit.

Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk

fungsi khusus antara lain sebagai *register control Timer/ Counter*, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. *Register – register* ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh.



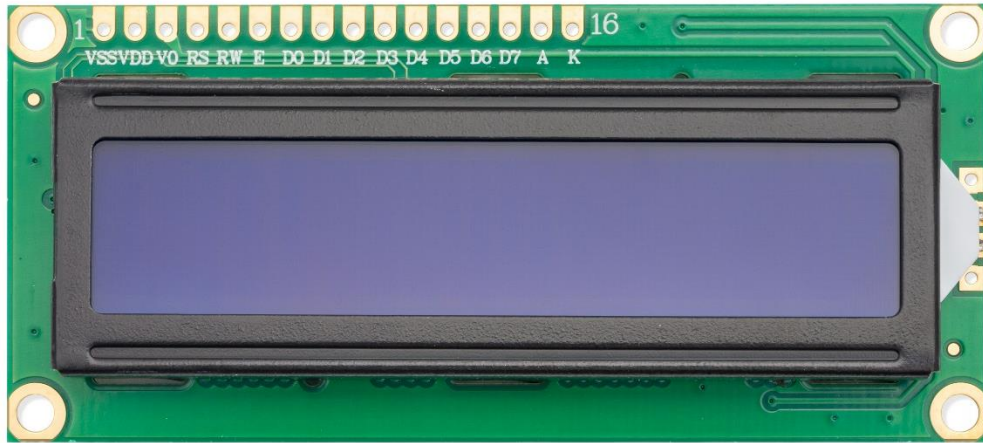
Gambar 2. 4 Konfigurasi Pin ATmega 328

(Sumber : <http://repository.untag-sby.ac.id/283/3/BAB%20II.pdf>)

2.4 LCD

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya

yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.



Gambar 2. 5 LCD 20x4

(Sumber : <https://soldered.com/product/lcd-display-20x4-white-blue/>)

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Microcontroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD adalah :

1. DDRAM (Display Data Random Access Memory) adalah memori yang digunakan untuk menyimpan karakter yang akan ditampilkan pada layar LCD. Setiap karakter atau simbol pada LCD memiliki lokasi khusus dalam DDRAM, dan mikrokontroler mengirimkan data karakter ke lokasi yang sesuai dalam DDRAM untuk menampilkan karakter tersebut.
2. CGRAM (Character Generator Random Access Memory) adalah memori yang digunakan untuk menggambarkan pola atau bentuk dari sebuah karakter. Dengan CGRAM, pengguna dapat mendefinisikan karakter khusus yang tidak ada dalam set karakter dasar LCD. Ini memungkinkan untuk membuat karakter khusus yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu.

3. CGROM (Character Generator Read Only Memory) adalah memori yang digunakan untuk menyimpan pola karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD. Karakter-karakter dasar ini tidak dapat diubah oleh pengguna dan dapat diambil sesuai dengan alamat memori mereka dalam CGROM.

2.4.1 Konfigurasi Pin LCD

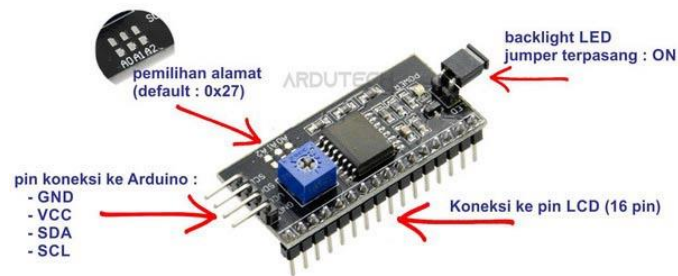
Pin jalur input dan kontrol LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

1. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
2. Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
3. Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
4. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
5. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 ohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

2.4 I2c

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan

membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamat master.



Gambar 2. 6 Modul I2c tampak depan

(Sumber : <https://www.ardutech.com/wp-content/uploads/2019/10/26.LCD-I2C-modul.jpg>)



Gambar 2. 7 Modul I2c pada LCD

(Sumber : Penyusun, 2023)

I2C LCD *backpack* ini bertujuan untuk mengurangi jumlah pin yang digunakan pada koneksi antara *arduino* (atau *microcontroller* lainnya) dengan *character* LCD.

2.4.1 Fitur Utama I2c

Fitur utama I2C bus adalah sebagai berikut :

1. Hanya melibatkan dua kabel yaitu serial data line (selanjutnya disebut SDA) dan serial *clockline* (selanjutnya disebut SCL).

2. Setiap IC yang terhubung dengan I2C memiliki alamat yang unik yang dapat diakses secara *software* dengan master / *slave protocol* yang sederhana, dengan mampu mengakomodasikan multi master.
3. I2C merupakan serial bus dengan orientasi data 8bit (*byte*), komunikasi 2 arah, dengan kecepatan transfer data sampai 100 Kbit/s pada mode standar dan 3,4 Mbit/s pada mode kecepatan tinggi.
4. Jumlah IC yang dapat dihubungkan pada I2C bus hanya dibatasi oleh beban kapasitansi pada bus yaitu maksimum 400pF.

2.4.2 Keuntungan I2c

Keuntungan yang didapat dari menggunakan I2C antara lain :

1. Meminimalkan jalur hubungan antar IC.
2. Menghemat luasan PCB yang digunakan.
3. membuat sistem yang didesain berorientasi software (mudah diekspan dan diupgrade).Membuat sistem yang didesain menjadi standar, sehingga dapat dihubungkan dengan sistem lain yang juga menggunakan I2C bus.

2.5 Pemrograman Arduino

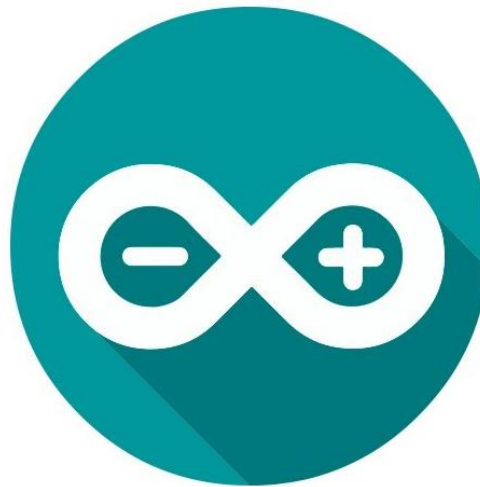
Menurut Sulaiman, arduino diciptakan untuk para pemula bahkan yang tidak memiliki basic bahasa pemrograman sama sekali karena menggunakan bahasa C++ yang telah dipermudah melalui *library*. Arduino menggunakan *Software Processing* yang digunakan untuk menulis program kedalam *Arduino*.

Processing sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java. *Software Arduino* ini dapat di-install di berbagai *Operating System* (OS) seperti: LINUX, Mac OS, Windows. *Software IDE Arduino* terdiri dari 3 (tiga) bagian:

1. Editor program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. Listing program pada *Arduino* disebut sketch.

2. Compiler, modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu– satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrokontroler.
3. Uploader, modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrokontroler.

Struktur perintah pada *arduino* secara garis besar terdiri dari 2 (dua) bagian yaitu void setup dan void loop. Void setup berisi perintah yang akan dieksekusi hanya satu kali sejak arduino dihidupkan sedangkan void loop berisi perintah yang akan dieksekusi berulang-ulang selama arduino dinyalakan.



Gambar 2. 8 logo *software Arduino*

(Sumber : <https://www.arduino.cc/en/software>)

Dalam bahasa pemrograman arduino ada tiga bagian utama yaitu struktur, variabel dan fungsi:

1. Struktur Program *Arduino*

Struktur dasar bahasa pemrograman *arduino* sangatlah mudah dan sederhana. Agar program dapat berjalan dengan baik maka perlu setidaknya dua bagian atau fungsi yaitu `setup()` yang dipanggil hanya satu kali, biasanya untuk inialisasi program (setting input atau setting serial, dan lain-lain). Dan

loop() tempat untuk mengeksekusi program secara berulang-ulang, biasanya untuk membaca input atau men-*trigger output*. Berikut ini bentuk penulisannya:

- **Setup ()**

Fungsi setup() hanya dipanggil satu kali saja saat program mulai berjalan. Fungsi setup() berguna untuk melakukan inisialisasi mode pin atau memulai komunikasi serial. Setup() ini harus ada meskipun tidak ada program yang akan dieksekusi. Berikut ini bentuk penulisannya:

- **Loop ()**

Setelah menyiapkan inisialisasi pada setup(), berikut membuat fungsi loop(). Sesuai namanya, fungsi ini akan mengulang program yang ada secara terus-menerus, sehingga program akan berubah dan merespon sesuai inputan. Fungsi loop() ini akan secara aktif mengontrol *board arduino*. Contoh penggunaan fungsi loop() seperti berikut:

2. Variabel

Variabel ini berfungsi untuk menampung nilai angka dan memberikan nama sesuai dengan kebutuhan membuat program. Dengan menggunakan variabel, maka nilai yang ada dapat diubah dengan leluasa. Sebuah variabel perlu dideklarasikan terlebih dahulu, dan bisa digunakan sebagai penampung pembaca input yang akan disimpan atau diberi nilai awal.

3. Fungsi – fungsi

Fungsi-fungsi pada pemrograman *arduino* terdiri dari :

- Fungsi Analog I/O

Fungsi untuk analog I/O ada tiga buah yaitu *analogReference(type)*, *int analogRead(pin)*, dan *analogWrite (pin, value)*-PWM.

- Fungsi Waktu

Fungsi waktu terdiri dari *unsigned long milis* (), *delay(ms)* dan *delay Microseconds(us)*.

- Fungsi Matematika

Fungsi matematika terdiri dari *min(x,y)*, *max(x,y)*, *abs(x)*, *sqrt(x)* dan *pow(base, exponent)*.

2.6 Konektor

Selanjutnya ada komponen penting lainnya yaitu Konektor. *Arduino* memiliki dua jenis Konektor yang cukup penting, yaitu Power Konektor dan Serial Konektor. Berikut adalah penjelasan masing-masing Konektor.

- Power Konektor

Power Konektor merupakan Konektor yang biasa digunakan untuk menyalurkan daya pada *Arduino*. Nantinya, daya ini berfungsi untuk menghidupkan *Arduino* dan juga perangkat lain yang terhubung dengannya, seperti layar monitoring dan sensor.



Gambar 2. 9 Kabel Jumper *Arduino*
(Sumber : Penyusun 2023)

- Serial Konektor

komponen ini berfungsi untuk menghubungkan *Arduino* dengan perangkat yang biasa kita gunakan, seperti laptop dan komputer. Dengan begitu, konektor ini membutuhkan port USB standar pada *Arduino*. Tak hanya itu, komponen ini

juga dapat digunakan sebagai Power Konektor yang hanya diimplementasikan pada *Arduino* terbaru.



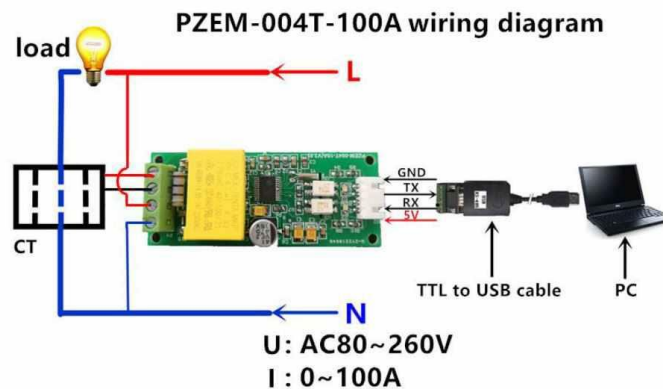
Gambar 2. 10 Kabel Arduino
(Sumber : Penyusun 2023)

2.7 Sensor PZEM-004T

Dokumen ini menjelaskan spesifikasi dari PZEM-004T Modul komunikasi AC, modul ini terutama digunakan untuk mengukur tegangan AC, arus, daya aktif, frekuensi, faktor daya dan energi aktif, modul tanpa fungsi tampilan, data dibaca melalui TTL Antarmuka.

PZEM-004T-10A: Rentang Pengukuran 10A (Shunt Built-in)

PZEM-004T-100A: Rentang Pengukuran 100A (trafo eksternal)



Gambar 2. 11 Wiring Diagram sensor PZEM-004T
(Sumber : PZEM-004T-V3.0-datasheet-user-manual)

1. Voltage

- Rentang pengukuran: 80 ~ 260V
- Resolusi: 0.1V
- Akurasi pengukuran: 0.5%

2. Saat Ini

- Rentang pengukuran: 0 ~ 10A (PZEM-004T-10A); 0 ~ 100A (PZEM-004T-100A)
- Mulai mengukur arus: 0.01A (PZEM-004T-10A); 0.024 (PZEM-004T-100A)
- Resolusi: 0.001A
- Akurasi pengukuran: 0.5%

3. Daya aktif

- Rentang pengukuran: 0 ~ 2.3kW (PZEM-004T-10A); 0 ~ 23kW (PZEM-004T-100A)
- Mulai mengukur daya: 0.4W
- Resolusi: 0.1W
- Format tampilan:
<1000W, ini menampilkan satu desimal, seperti: 999.9W
≥ 1000W, ini hanya menampilkan bilangan bulat, seperti: 1000W
- Akurasi pengukuran: 0.5%

4. Faktor daya

- Rentang pengukuran: 0.00 ~ 1.00
- Resolusi: 0.01
- Akurasi pengukuran: 1%

5. Frekuensi

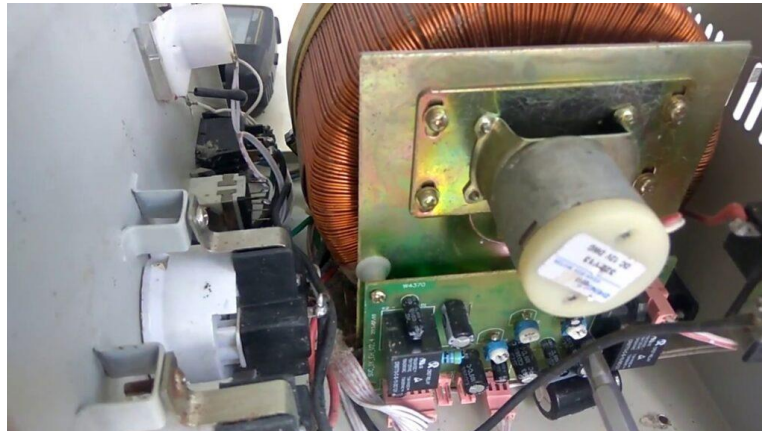
- Rentang pengukuran: 45Hz ~ 65Hz
- Resolusi: 0.1Hz
- Akurasi pengukuran: 0.5%

6. Energi aktif

- Rentang pengukuran: 0 ~ 9999.99kWh
- Resolusi: 1Wh
- Akurasi pengukuran: 0.5%
- Format tampilan:
<10kWh, unit tampilan adalah Wh (1kWh = 1000Wh), seperti: 9999Wh
≥ 10kWh, unit tampilan adalah kWh, seperti: 9999.99kWh
- Atur ulang energi: gunakan perangkat lunak untuk mengatur ulang.

2.8 Trafo Toroid

Trafo toroid sering di sebut juga trafo donat karena memiliki ciri fisik inti yang berbentuk bulat, kata toroid itu sendiri berasal dari istilah dalam matematika yaitu toridal yang artinya permukaan revolusi dengan lubang di tengahnya seperti bentuk donat dan memiliki sumbu revolusi yang melewati lubang sehingga tidak memotong permukaan.



Gambar 2. 12 Trafo Toroid
(Sumber : kelistrikanku. 2021. trafo-toroid)

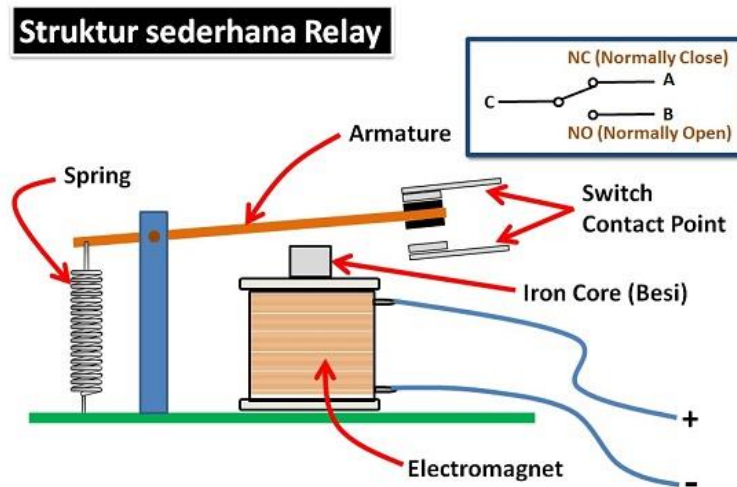
Kelebihan Trafo Toroid Di Banding Trafo Biasa

- Trafo toroid memiliki nilai efisien lebih baik daripada trafo biasa dimana trafo toroid memiliki efektifitas kerja sekitar 80% sampai 90% dan biasanya di pengaruhi oleh kualitas tembaga yang digunakan.
- Trafo toroid memiliki berat yang lebih ringan di banding trafo biasa yang memakai inti besi. berat bisa berkurang 20 hingga 50% dibandingkan dengan trafo biasa.
- Dalam pemasangan dapat dibilang mudah, karna bisa memakai 1 baud saja sedangkan trafo biasa minimal harus 2 baud
- Walaupun trafo toroid dapat menghasilkan magnet yang lebih kuat namun trafo toroid tidak menimbulkan medan magnet yang mengganggu komponen lainnya

- Trafo toroid menghasilkan panas yang tidak berlebih atau bisa di sebut lumayan dingin, hal tersebut menjadi faktor bahwa trafo toroid bekerja lebih efektif daripada trafo biasa
- Pada penggunaan pada media audio akan lebih minim gangguan dan bisa mengurangi 10% sampai 15% hum dan nois
- Lebih minim konsumsi daya di banding trafo biasa saat tanpa beban.

2.9 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) 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. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.



Gambar 2. 13 Konfigurasi relay

(Sumber : Kho dickson. 2022. Pengertian relay dan fungsinya)

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup)
- *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka)

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik *Contact Poin* ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

2.10 Power Supply

Pengertian *power supply* atau pencatu daya adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi memberikan tegangan dan arus listrik pada komponen-komponen lainnya. Pada dasarnya power supply membutuhkan sumber listrik yang kemudian diubah menjadi sumber daya yang dibutuhkan oleh berbagai perangkat elektronik lainnya. Arus listrik yang disalurkan oleh power supply ini adalah jenis arus bolak-balik (AC). Namun karena kelebihan dari *power supply* ini, maka alat ini juga dapat mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Hal ini disebabkan karena komponen hanya dapat melakukan pergerakan pada satu aliran listrik.



Gambar 2.12 Power Supply

(Sumber : <https://serviceacjogja.pro/pengertian-power-supply/>)

Power Supply dibedakan menjadi 3 klasifikasi yaitu dibedakan berdasarkan fungsinya, mekanikal dan juga berdasarkan metode konversinya. Berikut akan kami ulas beberapa penjelasan singkat mengenai jenis-jenis *power supply* berdasarkan klasifikasinya:

1. Jenis *Power Supply* Berdasarkan Fungsinya

Berdasarkan fungsi atau kegunaannya, jenis-jenis *power supply* dibedakan menjadi beberapa diantaranya adalah :

- *Regulated Power Supply*

Jenis *power supply* yang satu ini dapat menjaga kestabilan pada tegangan dan arus listrik. Meskipun terdapat perubahan variasi pada beban maupun sumber listriknya.

- *Unregulated Power Supply*

Power Supply ini merupakan *power supply* yang tegangan atau arus listriknya dapat berubah ketika terjadi perubahan pada beban maupun sumber listriknya.

- *Adjustable Power Supply*

Power supply yang arus dan tegangannya dapat diubah dan diatur sesuai dengan kebutuhan. Cara mengubah arus dan tegangan pada *power supply* jenis ini adalah dengan menggunakan knob mekanik.

2. Jenis Power Supply berdasarkan Bentuknya

Sebagai pencatu daya, *power supply* tentu merupakan komponen yang sangat dibutuhkan pada hampir semua alat elektronik. Alat-alat elektronik yang biasa menggunakan *power supply* diantaranya adalah televisi, komputer, komputer dekstop maupun DVD. Pada perangkat-perangkat ini, *power supply* tidak dapat terlihat secara langsung. *Power supply* ini disebut sebagai *power supply internal*. Namun, ada juga *power supply* yang berdiri diluar perangkat elektronik atau yang disebut dengan *power supply* yang berdiri sendiri (*stand alone*). Contoh *power supply stand alone* adalah charger handphone dan charger laptop.

3. Jenis Power Supply Berdasarkan Konferensinya

Berdasarkan konverensinya *power supply* dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *power supply linier* dan juga *power supply switching*. *Power Supply Linier* adalah *power supply* yang mengkonversi tegangan listrik secara langsung. Sedangkan *power supply switching* harus mengkonversi tegangan *input* ke AC ataupun DC terlebih dahulu.

Dilapangan, jenis – jenis *power supply* juga dapat dibedakan menjadi :

- *DC Power Supply*
- *AC Power Supply*
- *Switch-Mode Power Supply*
- *Programable Power Supply*
- *Uninterruptible Power Supply*
- *High Voltage Power Supply*

Fungsi *power supply* pada umumnya adalah untuk mengubah arus AC menjadi arus DC dan menyalurkannya ke dalam berbagai macam peralatan elektronik lain. Beberapa komponen yang umum terdapat dalam *power supply* diantaranya adalah :

1. Transformator

Alat ini merupakan salah satu komponen dalam *power supply* yang fungsinya untuk memindahkan tenaga listrik antar dua rangkaian melalui induksi elektromagnetik.

2. Dioda

Fungsi Dioda adalah untuk menghantarkan arus tegangan maju dan menghambat arus pada tegangan balik.

3. Kapasitor

Kapasitor berfungsi untuk penyempurna dan penyearah dari tegangan AC ke tegangan DC.

4. Resistor

Resistor membantu *power supply* untuk menurunkan tegangan, membagi tegangan, dan juga membatasi arus listrik yang masuk.

5. IC Regulator

IC regulator berfungsi untuk menjaga kestabilan tegangan pada rangkaian elektronik agar tetap stabil.

6. LED

LED merupakan bahan semi konduktor yang juga terdapat dalam *power supply*.

2.11 Motor DC

Motor DC pada alat ini digunakan untuk menggerakkan carbon brush secara fleksibel yang terpasang horizontal pada Transformator variabel tegangan 1 fasa tersebut. Pemasangan Motor DC ini menggunakan mur dan baut yang difungsikan untuk memudahkan pembongkaran saat perawatan.



Gambar 2. 14 Motor DC

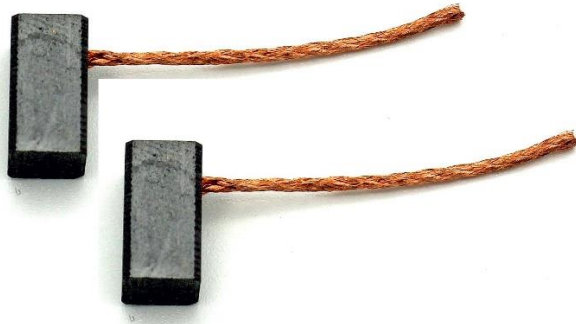
(Sumber : <https://www.priceza.co.id/s/harga/motor-dc-carbon-brush>)

2.12 Carbon Brush

Fungsi Carbon Brush pada motor listrik adalah sebagai penerus tegangan dari bagian statis ke bagian yang bergerak. Kelebihan carbon brush adalah mampu menghantarkan listrik tanpa menimbulkan percikan api yang menyebabkan mencairnya bagian tersebut.

Sebuah carbon brush biasanya disambung dengan sebuah per untuk memastikan permukaan carbon brush terus menempel dan menyentuh permukaan bagian yang berputar tanpa terjadi putusya listrik, sehingga peralatan dapat terus bekerja.

Namun, karena terbuat dari carbon dan bekerja secara terus menerus terhadap gesekan, komponen tersebut dapat aus dan bahkan habis, sehingga memerlukan pergantian.



Gambar 2. 15 Carbon Brush

(Sumber : https://www.graphitestore.com/Carbon-Brushes/Brushes/custitem_gs_applications/Metric-Size-Brushes)