

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sampah**

Sampah adalah barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik/pemakai sebelumnya, tetapi bagi sebagian orang masih bisa dipakai jika dikelola dengan prosedur yang benar (Sampah, 2006). Penumpukan sampah disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah volume sampah yang sangat besar sehingga melebihi kapasitas daya tampung tempat pembuangan sampah akhir (TPA). Pengelolaan sampah yang terjadi selama ini dirasakan tidak memberikan dampak positif kepada lingkungan dan kurangnya dukungan kebijakan dari pemerintah (Utami, Indrasti, & Dharmawan, 2008).

Menurut Prof Dr. Ir. Ign Suharto dalam buku Limbah Kimia (2011) mengatakan pemerintah belum begitu serius dalam memikirkan masalah sampah ini. Meski pemerintah sudah melakukan beberapa terobosan namun di beberapa tempat pembuangan sementara (TPS) gunung sampah masih mengganggu masyarakat dan masih menjadi perhatian. Sampah adalah hal yang krusial. Bahkan, dapat diartikan sebagai masalah kultural/kebiasaan karena dampaknya mengenai berbagai sisi kehidupan, terutama di kota besar. Mengutip dari buku Panduan Membuat Pupuk Organik Cair (Isroi, 2012), setiap harinya sekitar 6000 ton sampah dihasilkan di kota Jakarta. Oleh sebab itu bila tidak ditangani secara benar, maka akan menimbulkan dampak seperti pencemaran air, udara, dan tanah yang mengakibatkan sumber penyakit (Suharto, 2011).

Pengelolaan sampah diantaranya dapat dimanfaatkan menjadi kompos organik yang didalamnya terkandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Panji Nugroho, 2013), perbaikan struktur tanah dan zat yang dapat mengurangi bakteri yang merugikan dalam tanah. Pupuk organik biasanya tidak meninggalkan residu / sisa dalam tanaman sehingga hasil tanaman akan aman bila dikonsumsi (Tresna Sastrawan, 2014).

## 2.2 Jenis – Jenis Sampah

### 2.2.1 Sampah Logam

Sampah Logam adalah sampah yang sudah tidak dipakai lagi dan sulit terurai. Sampah anorganik yang tertimbun di tanah dapat menyebabkan pencemaran tanah karena sampah anorganik tergolong zat yang sulit terurai dan sampah itu akan tertimbun dalam tanah dalam waktu lama, ini menyebabkan rusaknya lapisan tanah.

#### 2.2.1.1 Contoh Sampah *Logam*

Contoh dari sampah Logam adalah botol / kaleng minuman, Memang sampah logam sulit terurai tetapi dapat anda manfaatkan kembali, jangan sampai dibiarkan begitu saja.

#### 2.2.1.2 Manfaat Sampah *Logam*

Manfaat sampah Logam yang bisa kita manfaatkan adalah dengan membuat kerajinan dari sampah / limbah tersebut.

Pengelolaan sampah agar memiliki nilai ekonomis

Anda bisa mengelola sampah dengan prinsip 3R. (*Reuse Reduce Recycle*) setiap hari. Pengelolaan sampah dengan sistem 3R bisa dicoba oleh setiap orang dan kapan saja. Sebab menangani sampah dengan prinsip 3R hanya membutuhkan meluangkan waktu dan kepedulian akan timbulnya penyakit dari sampah.

##### 1. *Reuse* (penggunaan kembali)

*Reuse* adalah menggunakan kembali sampah secara langsung, dengan fungsi yang masih sama ataupun fungsi yang beda. Contoh kegiatan *reuse* (penggunaan kembali) sehari-hari:

1. Menggunakan kembali wadah yang sudah kosong untuk fungsi yang lain.
2. Memakai kertas yang masih kosong untuk keperluan menulis.

##### 2. *Reduce* (Pengurangan)

*Reduce* adalah pengurangan segala kegiatan yang dapat menimbulkan sampah. Contoh kegiatan *reduce* (pengurangan) sehari-hari:

1. Memilih produk dengan kemasan yang bisa di daur ulang
2. Hindari penggunaan dan pemakaian produk yang menimbulkan banyaknya sampah
3. Menggunakan produk yang bisa diisi ulang kembali
3. Menghindari penggunaan barang yang tidak perlu.

### 3. *Recycle* (daur ulang)

*Recycle* adalah pemanfaatan kembali sampah dengan beberapa tahapan pengolahan. Contoh kegiatan *recycle* (daur ulang) sehari-hari:

1. Olah sampah plastik menjadi kerajinan tangan
2. Olah sampah organik untuk kompos

Dalam mengelola sampah bisa dengan di daur ulang supaya memiliki nilai yang bermanfaat lagi. Daur ulang adalah suatu cara untuk mengelola sampah dengan pemilahan, pengumpulan, pemrosesan dan pembuatan produk sampai bernilai guna lagi. Manfaat dari daur ulang antara lain:

1. Penghematan SDA ( Sumber Daya Alam)
2. Penghematan Energi
3. Penghematan lahan TPA
4. Lingkungan menjadi lebih asri
5. Pengurangan biaya belanja.



**Gambar 2.1 Sampah Logam**

**Sumber : Ide Plus**

### 2.2.2 Sampah Non Logam

Sampah Non Logam adalah sampah yang berasal dari sisa makhluk hidup yang mudah terurai secara alami tanpa proses campur tangan manusia untuk dapat terurai.

Sampah Non Logam bisa dikatakan sebagai sampah ramah lingkungan bahkan sampah bisa diolah kembali menjadi suatu yang bermanfaat bila dikelola dengan tepat. Tetapi sampah bila tidak dikelola dengan benar akan menimbulkan penyakit dan bau yang kurang sedap hasil dari pembusukan sampah organik yang cepat.



**Gambar 2.2 Sampah Non Logam**

**Sumber : Paresmapa, 2017**

#### 2.2.2.1 Jenis – Jenis Sampah Non Logam

Berdasarkan jenisnya sampah Non Logam dapat digolongkan menjadi 2 antara lain sampah organik basah dan kering.

##### 1. Sampah Organik Basah

Sampah organik basah adalah sampah organik yang banyak mengandung air. Sampah organik basah contohnya adalah sisa sayur, kulit pisang, buah yang busuk, kulit bawang dan sejenisnya. Inilah yang saya katakan bahwa sampah organik dapat menimbulkan bau tidak sedap sebab kandungan air tinggi yang menyebabkan sampah jenis ini cepat membusuk.

## 2. Sampah Organik Kering

Sampah organik kering adalah sampah organik yang sedikit mengandung air. Contoh sampah organik misalnya kayu, ranting pohon, kayu dan daun – daun kering. Kebanyakan sampah organik sulit diolah kembali jadi lebih sering dibakar untuk memusnahkannya.

### 2.2.2.2 Contoh Sampah Non Logam

Contoh dari dari sampah organik adalah nasi, kulit buah, buah dan sayuran busuk, ampas teh / kopi, bangkai hewan, dan kotoran hewan / manusia.

### 2.2.2.3 Manfaat sampah Non Logam

Sampah Non Logam memiliki banyak manfaat ini bisa menjadi sumber pemasukkan bila diolah yang bermanfaat. Bahkan dapat meminimalisir banyak sampah di tempat pembuangan akhir. Berikut manfaat sampah organik yang dapat anda coba:

#### 1. Sampah Non Logam Untuk Kompos / Pupuk Organik

Sampah Non Logam seperti buah – buah busuk dan sayuran dapat dibuat menjadi suatu berguna antara lain kompos. Pengolahan sampah organik untuk kompos tidaklah terlalu sulit.

#### 2. Untuk Tambahan Pakan Ternak

Mungkin yang anda tahu sampah organik hanya dibuat untuk tambahan pakan kambing, sapi dan kerbau. Tapi sekarang ini sampah organik dapat diolah menjadi pelet untuk makanan ayam dan ikan

#### 3. Sampah organik dapat diubah menjadi biogas dan listrik

Gak percaya? Bahwa sampah Non logam dapat digunakan sebagai sumber listrik. Sampah organik yang berasal dari kotoran hewan maupun manusia, limbah tempe dan tahu digunakan sebagai bahan utama.

### 2.3 Arduino Uno

Arduino merupakan sebuah mikrokontroler *single-board* yang memiliki sifat open-source yang dirancang khusus untuk memudahkan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau mengembangkan perangkat elektronik yang dapat berinteraksi dengan bermacam-macam sensor dan pengendali. Untuk dapat menggunakan *Hardware* arduino maka diperlukan bahasa pemrograman wiring-based. Bahasa wiring-based ini tidak jauh berbeda dengan bahasa C/C++. *Hardware* arduino ini memiliki beberapa jenis yang sering digunakan yaitu Atmega168, Atmega328, dan Atmega2560.

Arduino Uno merupakan board mikrokontroler yang berbasis ATmega328 (datasheet). yang memiliki 14 (empat belas) pin input dari output digital yang mana 6 (enam) pin inputnya dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 (enam) pin input analog, 16 MHz *osilator* kristal, Jack power, koneksi USB, ICSP header, dan reset. Untuk mendukung mikrokontroler arduino uno agar dapat digunakan, cukup dengan menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.

Arduino yang dikontrol penuh oleh mikrokontroler ATMEGA328, banyak hal yang bisa dilakukan itu semua tergantung kreatifitas. Arduino dapat disambungkan dan mengontrol LED, beberapa LED, bahkan banyak LED, motor DC, *relay*, servo, modul dan sensor-sensor, serta banyak lagi komponen lainnya. *Platform* arduino sudah sangat populer sekarang ini, sehingga tidak akan kesulitan untuk memperoleh informasi, tutorial dan berbagai eksperimen yang menarik yang tersedia banyak di internet dengan arduino, dunia *hardware* bisa bekerja sama dengan dunia *software* bisa mengontrol *hardware* dari *software*, dan *hardware* bisa memberikan data kepada *software*. Semuanya bisa dilakukan dengan relatif mudah, murah, dan menyenangkan Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.3.

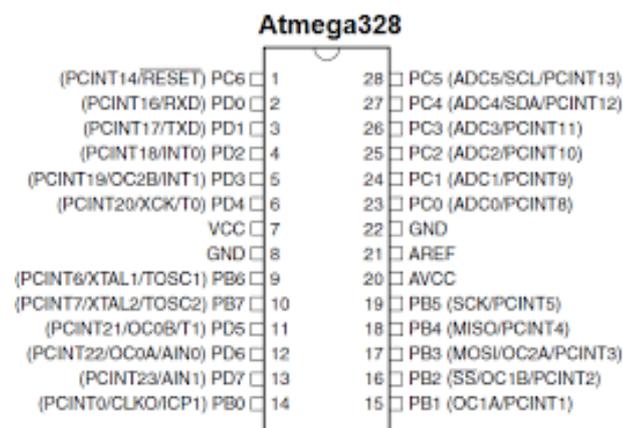


**Gambar 2.3 Board Arduino UNO**

**Sumber : AldyRazor, 2020**

### 2.3.1 ATmega 328P

ATmega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATmega8 ini antara lain ATmega8535, ATmega16, ATmega32, ATmega328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin input/output), peripheral (USART, timer, counter, dll). Dari segi ukuran fisik, ATmega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan periperial lainnya ATmega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan periperialnya relatif sama dengan ATmega8535, ATmega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas.



**Gambar 2.4 Pin Chip Atmega 328P**

ATMega328 memiliki 3 buah PORT utama yaitu PORTB, PORTC, dan PORTD dengan total pin input/output sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai input/output digital atau difungsikan sebagai periperhal lainnya.

#### 1. Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output. Selain itu PORTB juga dapat memiliki fungsi alternatif seperti di bawah ini.

- a ICP1 (PB0), berfungsi sebagai Timer Counter 1 input capture pin.
- b OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (Pulse Width Modulation).
- c MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
- d Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemograman serial (ISP).
- e TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber clock external untuk timer.
- f XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber clock utama mikrokontroler.

#### 2. Port C

Port C merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output digital. Fungsi alternatif PORTC antara lain sebagai berikut.

- a ADC6 channel (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital
- b I2C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada PORTC. I2C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau device lain yang memiliki komunikasi data tipe I2C seperti sensor kompas, accelerometer nunchuck.

### 3. Port D

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai input/output. Sama seperti Port B dan Port C, Port D juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

- a USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
- b *Interrupt* (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi hardware. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi hardware/software maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
- c XCK dapat difungsikan sebagai sumber clock external untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan clock dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan external clock.
- d T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan counter external untuk timer 1 dan timer 0.
- e AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan input untuk analog comparator.

#### 2.3.2 Fitur ATmega328

ATMega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) yang mana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain:

1. Memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
2. Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.

3. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (Pulse Width Modulation) output.
4. 32 x 8-bit register serba guna.
5. Dengan clock 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
6. 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai bootloader.
7. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.

#### 2.4 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat *prototype* produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE.

Pengembangan kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, 1- *Wire* dan ADC (*Analog to Digital Converter*) semua dalam satu board. GPIO NodeMCU ESP8266 berukuran panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan berat 7 gram. Board ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan Firmwarena yang bersifat *opensource*. NodeMcu dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 NodeMCU

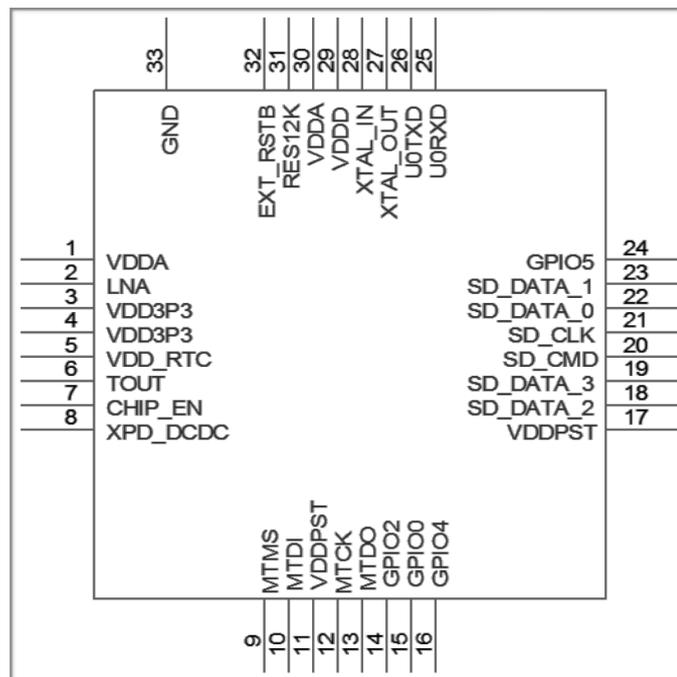
Sumber : Teknik Elektro.com, 2021

Program ESP8266 sedikit merepotkan karena diperlukan beberapa teknik wiring serta tambahan modul USB to serial untuk mengunduh program. Namun NodeMCU telah me-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang kompak

dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler kapabilitas akses terhadap Wifi juga chip komunikasi USB to serial. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel xdata USB persis yang digunakan charging smarphone. Alasan penulis memilihan NodeMCU Dev-Kit ESP8266 ialah karena mudah diprogram dan memiliki pin I/O yang memadai dan dapat mengakses jaringan Internet untuk mengirim atau mengambil data melalui koneksi WiFi.

Spesifikasi dari NodeMCU sebagai berikut :

1. 10 port pin GPIO
2. Fungsionalitas PWM
3. Antarmuka I2C dan SPI
4. Antarmuka 1 Wire
5. ADC



**Gambar 2.6 Pin Chip Esp8266**

Gambar 2.6 merupakan kaki pin yang ada pada NodeMCU. Berikut penjelasan dari pin – pin NodeMCU tersebut.

1. ADC: Analog Digital Converter. Rentang tegangan masukan 0- 1v,dengan



- skup nilai digital 0-1024.
2. RST : berfungsi mereset modul
  3. EN: Chip Enable, Active High
  4. IO16 :GPIO16, dapat digunakan untuk membangunkan chipset dari mode deep sleep
  5. IO14 : GPIO14; HSPI\_CLK
  6. IO12 : GPIO12: HSPI\_MISO
  7. IO13: GPIO13; HSPI\_MOSI; UART0\_CTS
  8. VCC: Catu daya 3.3V (VDD)
  9. CS0 : Chip selection
  10. MISO : Slave output, Main input.
  11. IO9 : GPIO9
  12. IO10 GBIO10
  13. MOSI: Main output slave input
  14. SCLK: Clock
  15. GND: Ground
  16. IO15: GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0\_RTS
  17. IO2 : GPIO2;UART1\_TXD
  18. IO0 : GPIO0
  19. IO4 : GPIO4
  20. IO5 : GPIO5
  21. RXD : UART0\_RXD; GPIO3
  22. TXD : UART0\_TXD; GPIO1

Untuk tegangan kerja ESP8266 menggunakan standar tegangan JEDEC (tegangan 3.3V) untuk bisa berfungsi. Tidak seperti mikrokontroler AVR dan sebagian besar board Arduino yang memiliki tegangan TTL 5 volt. Meskipun begitu, NodeMCU masih bisa terhubung dengan 5V namun melalui port micro USB atau pin Vin yang disediakan oleh board-nya. Namun karena semua pin pada ESP8266 tidak toleran terhadap masukan 5V.

## 2.5 Sensor Proximity Induktif

Sensor *proximity* adalah sensor yang dapat mendeteksi objek ketika objek mendekati dalam batas deteksi sensor. Sensor jarak digunakan dalam berbagai aspek pembuatan untuk mendeteksi pendekatan benda logam. Dalam pembahasan ini kita akan membahas tentang pengertian sensor *proximity* induktif yang digunakan dalam pembuatan alat pemilah sampah otomatis.

Berbagai jenis sensor *proximity* digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Desain sensor *proximity* dapat didasarkan pada sejumlah prinsip operasi, beberapa contoh termasuk: *variable reluctance*, *current loss*, *saturated core*, dan *hall effect*. Bergantung pada prinsip operasi, setiap jenis sensor akan memiliki tingkat kinerja yang berbeda untuk merasakan berbagai jenis objek.

Sensor Proximity Induktif adalah Sensor Jarak yang digunakan mendeteksi keberadaan logam. Sensor Proximity Induktif dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan ada atau tidak adanya objek logam, menghitung objek logam hingga aplikasi posisi. Sensor Proximity induktif digunakan sebagai pengganti saklar mekanis karena kemampuannya yang dapat beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi dari saklar mekanis biasa yang lebih kuat dan lebih handal.

Sensor Proximity Induktif pada umumnya terbuat dari kumparan atau koil dengan inti ferit sehingga dapat menghasilkan medan elektromagnetik frekuensi tinggi. Output dari sensor *proximity* jenis induktif ini dapat berupa analog maupun digital. Analog dapat berupa tegangan sekitar 0 – 10VDC dan arus 4 – 20mA dengan jarak pengukurannya mencapai 2 inci sedangkan Digital biasanya digunakan pada rangkaian DC saja rangkaian AC. Sensor Induktif Digital dikonfigurasi dengan Output Normally Open ada juga yang dikonfigurasi dengan Output Normally Close. Sensor Induktif sangat cocok untuk mendeteksi benda-benda logam di mesin atau peralatan otomatis. Sensor *proximity* induktif dapat dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7 Sensor Proximity Induktif**

**Sumber : thecityfoundry, 2021**

## 2.6 Sensor Proximity Infrared

Sensor *proximity infrared* merupakan sensor yang mendeteksi keberadaan suatu objek dengan cahaya biasanya atau pantulan cahaya (refleksi) yaitu infra red. Bila terdapat benda dengan jarak yang cukup dekat dengan sensor, maka cahaya yang terdapat pada sensor akan memantul kembali pada penerima (*receptor*) sehingga penerima akan menangkap sinyal tersebut sebagai tanda bahwa ada obyek yang melewati sensor.

Pada alat pemilah tempat sampah ini sensor proximity infrared berfungsi sebagai pendeteksi sampah non logam. Sensor proximity infrared dapat dilihat pada gambar 2.8.



**Gambar 2.8 Proximity Infrared**

**Sumber : caramesin.com**

## 2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukan dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut (Rafiuddin,2013: 13).

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu di depan frekuensi kerja pada daerah di atas gelombang suara dari 20 KHz hingga 2 MHz (Arief, 2011). Bunyi gelombang suara ultrasonik tidak dapat didengar oleh telinga manusia, tapi dapat oleh telinga anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima struktur unit pemancar dan penerima. Sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan diafragma penggetar tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 20 KHz hingga 2 MHz (Arief,2011).

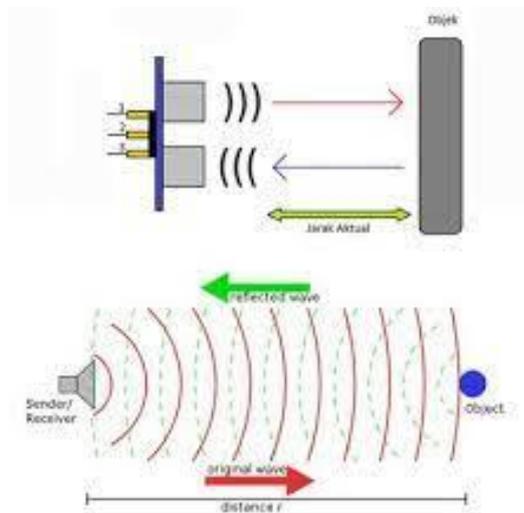
Sensor ultrasonic HC-SR04 yaitu dapat mengubah besaran listrik menjadi besaran fisis (suara) maupun sebaliknya. Nilai yang didapatkan nantinya dapat dikonversi menjadi nilai jarak. Disebut dengan sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik atau bunyi ultrasonik yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 2.9.



**Gambar 2.9 Sensor Ultrasonik HC SR04**

**Sumber : andalanelektro.id, 2018**

Jarak yang dapat di baca sensor ultrasonik adalah 3 cm sampai 3 m. Selain range jarak antara 3 cm sampai 3 m, sudut pancaran dari sensor ultrasonik adalah dari 0 sampai dengan 30 derajat. Arah pancaran gelombang ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.10



**Gambar 2.10 Arah Pancaran Gelombang Ultrasonik**

Cara kerja modul sensor ultrasonik untuk mengukur jarak adalah sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan 340m/s. ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus:  $s = 340 \cdot t / 2$  Dimana  $s$  merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda dan  $t$  adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver.

## 2.8 Motor Servo

Motor Servo adalah motor listrik yang dirancang menggunakan sistem umpan balik tertutup (*closed loop*). Sistem tertutup pada Servo menghasilkan umpan balik (*feedback*) yang mempengaruhi *input* dan mengendalikan perangkat. Dalam hal ini bertujuan untuk mengontrol kecepatan, akselerasi dan posisi sudut

putaran motor tersebut. Selain dapat menentukan posisi sudutnya, motor servo juga dapat mempertahankan posisinya sehingga dapat menahan beban sesuai dengan spesifikasi yang dimiliki. Selain itu, motor jenis ini juga memiliki torsi yang tinggi. Keunggulan motor servo inilah yang digunakan pada banyak lengan robot di industri, dimana posisi sudut putarannya ditentukan oleh program komputer dan terus berulang sehingga dapat mengerjakan perintah terus menerus.

Motor servo pada dasarnya terdiri dari motor DC, rangkaian *gearbox*, rangkaian kontrol dan potensiometer rangkaian *gear* terhubung pada as motor DC yang memiliki RPM yang tinggi. *Gear* ini akan meningkatkan torsi motor dengan konsekuensi turunnya RPM atau kecepatannya. Potensiometer juga terhubung dengan *gearbox*. Putaran *gearbox* mempengaruhi resistansi pada potensiometer. Potensiometer ini dirangkai layaknya sebuah pembagi tegangan, sehingga ketika motor berputar, potensiometer akan menghasilkan *output* berupa tegangan pada level tertentu. Tegangan inilah yang menjadi informasi sudut putaran motor.

Untuk tetap mempertahankan posisinya, rangkaian kontrol memerlukan sinyal PWM. Lebar sinyal ini diatur diantara 1 ms hingga 2 ms (milidetik). Motor akan berputar dari titik  $0^\circ$  hingga maksimal ( $180^\circ$  atau  $360^\circ$ , tergantung tipenya) jika diberikan sinyal pada rentang waktu tersebut. Sinyal PWM ini harus terus diberikan setiap 20 ms. Motor servo yang digunakan pada alat pemilih sampah otomatis ini yaitu MG996R. Motor Servo dapat dilihat pada Gambar 2.11.



**Gambar 2.11 Motor Servo**

**Sumber : Waveshare**

### 2.8.1 Jenis Motor Servo

Pada umumnya motor servo dapat terbagi menjadi dua jenis berdasarkan beban arusnya, yaitu:

#### 1. Motor Servo AC

Motor Servo AC merupakan jenis yang dapat menangani tegangan arus listrik yang tinggi atau beban berat. Motor servo AC sangat cocok diaplikasikan pada mesin-mesin industri yang bertujuan untuk dapat mengendalikannya.

#### 2. Motor Servo DC

Motor servo DC merupakan jenis yang hanya dapat menangani tegangan arus dan beban yang lebih kecil. Sehingga motor servo DC cocok diaplikasikan pada mesin-mesin kecil seperti mobil dan pesawat remote control.

### 2.8.2 Jenis Motor Servo Berdasarkan Pengaplikasiannya

Berdasarkan pengaplikasiannya, motor servo dapat terbagi menjadi 4 jenis. Yaitu:

#### 1. *Positional Rotation* (Posisi Rotasi)



**Gambar 2.12** *Positional Rotation*

Motor servo rotasi posisi (*Positional Rotation*) merupakan jenis yang paling sering digunakan. Jenis ini mempunyai poros *output* berputar setengah lingkaran yang dapat bergerak searah ataupun berlawanan dengan arah jarum jam. Selain itu, terdapat juga roda gigi tambahan sebagai mekanisme untuk mencegah putaran poros motor servo yang melebihi batasnya. Jenis ini biasanya digunakan atau

diaplikasikan pada remote control mobil ataupun pesawat, tangan robot dan sebagainya.

## 2. *Continous Rotation* (Rotasi Terus Menerus)

Jenis rotasi terus menerus (*Continous Rotation*) merupakan motor servo yang dapat berputar 360°.



**Gambar 2.13** *Continous Rotation*

Motor servo jenis ini juga dapat berputar searah ataupun berlawanan dengan arah jarum jam. Selain itu motor servo ini tidak mempunyai sudut defleksi putaran seperti yang lainnya, melainkan berputar secara terus menerus. Untuk membedakannya dengan jenis yang lainnya, biasanya pada fisik motor servo jenis ini akan tertulis tipenya. Jenis motor servo ini biasanya digunakan atau diaplikasikan untuk Mobile Robot.

## 3. **Linear Servo Motor**



**Gambar 2.14** Linear Servo Motor

Jika motor servo lainnya dapat bergerak memutar, jenis ini hanya berputar secara *linear* (maju dan mundur) saja. Motor servo *linear* mempunyai roda gigi tambahan didalamnya dengan mekanisme *rack and pinion*. Motor servo *linear* akan melepaskan medan magnet dan mengubah energi listrik menjadi gerak tanpa memerlukan transmisi mekanisme konversi didalamnya.

#### 4. *Brushless DC Servo Motor*

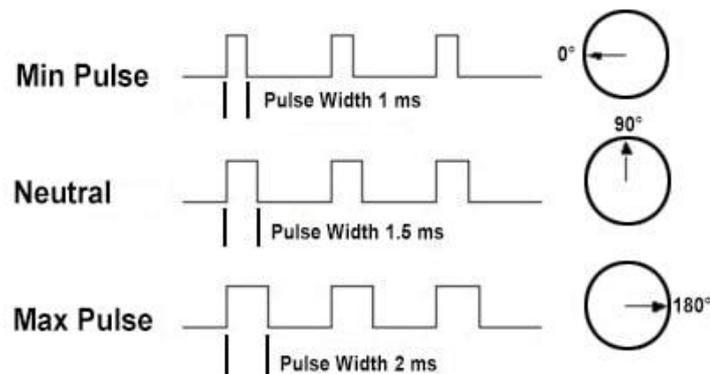


**Gambar 2.15** *Brushless DC Servo Motor*

Jenis ini merupakan motor servo yang tidak menggunakan *brush* sebagai komponen didalamnya. Umumnya, Brushless DC motor servo ini sama seperti jenis motor servo lainnya. Yang membedakan hanya pada proses komutasinya. Proses komutasi pada jenis ini sudah tidak lagi menggunakan komponen komutator mekanik dengan *brush*. Melainkan menggunakan teknologi elektronik didalam proses komutasinya, yaitu *controller* dan *sensor*. Untuk pengaplikasiannya, biasanya jenis ini digunakan pada sepeda motor dan mobil listrik, DVD Player, *cooling fan* komputer dan sebagainya. Pengaplikasian motor servo ini terus meningkat karena sangat efisien dengan daya motor kecil pun mampu menghasilkan putaran yang tinggi.

### 2.8.3 Prinsip Kerja Motor Servo

Pada dasarnya, motor servo dapat berfungsi berdasarkan lebar sinyal modulasi (*Pulse Wide Modulation* – PWM) yang menggunakan sistem kontrol. Lebar sinyal yang diberikan ini akan menentukan posisi sudut putaran pada poros motor servo. Supaya lebih memahaminya, mari kita lihat pada gambar 2.16.



**Gambar 2.16 Prinsip Kerja Motor Servo**

Pada gambar 2.16 lebar sinyal dengan waktu 1,5 ms akan segera memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Selain itu sistem kontrol akan mendeteksinya. Jika sinyal lebar kurang dari 1,5 ms maka porosnya akan berputar ke arah 0° atau kekiri (berlawanan arah jarum jam). Sedangkan jika sinyal lebih lama dari 1,5 ms maka porosnya akan berputar ke arah posisi 180° atau kekanan (searah dengan jarum jam). Ketika sinyal lebar telah diberikan, maka poros pada motor servo akan bergerak dan bertahan sesuai dengan posisi yang sudah ditargetkan. Jika ada *input* eksternal yang ingin memutar atau mengubah posisinya, maka sistem *closed loop* akan langsung bekerja dengan menahannya. Namun, posisi motor servo tidak mampu bertahan selamanya. Sinyal PWM harus diulang setiap 20ms agar posisi poros motor servo dapat selalu menahannya. Dengan memanfaatkan sistem *closed loop*, maka poros motor servo akan tetap diposisi idealnya secara otomatis.

#### **2.8.4 Kegunaan Motor Servo Dalam Dunia Elektronika**

Motor servo mempunyai banyak manfaat pada aplikasi rangkaian kecil maupun besar. Pada rangkaian besar, motor servo dapat diaplikasikan pada mesin industry. Sedangkan pada rangkaian kecil, motor servo dapat diaplikasikan pada mainan canggih. Berikut contoh penggunaan motor servo:

1. Sebagai pengendali mesin industri
2. Pengemasan dan penanganan material secara otomatis
3. Pelabelan Otomatis
4. Konversi pencetakan
5. Manufaktur otomatis
6. Mesin CNC (*Computer Numerical Control*)
7. Pengaplikasian atau komponen penggerak pada robotik
8. Mainan Mobil dan Pesawat remote control
9. Drone
10. Penggerak layar CCTV
11. Pengatur lempengan CD atau DVD menjadi gerakan memutar
12. Dan masih banyak lagi yang lainnya.

### **2.8.5 Kelebihan Motor Servo**

Motor servo menjadi sebuah komponen penting untuk dapat menggerakkan rangkaian kecil berupa remote control sampai yang besar seperti mesin industry.

1. Motor servo tidak akan berisik meskipun beroperasi dengan kecepatan yang tinggi
2. Resolusi dan akurasi pada motor servo dapat diubah hanya dengan mengganti encoder yang dipakai
3. Beban yang diberikan sebanding dengan menggunakan arus listrik pada sebuah motor servo
4. Berat dan ukuran fisiknya sebanding dengan daya yang akan dihasilkan oleh motor servo
5. Motor servo tidak beresonansi dan bergetar saat beroperasi
6. Mempunyai tingkat akurasi yang tinggi
7. Menentukan posisi dan penginderaan secara otomatis

### **2.8.6 Motor Servo Untuk Industri 4.0**

Industri 4.0 merupakan sebuah perkembangan dan perubahan metode pada sebuah industri atau dapat disebut juga dengan revolusi teknologi. Kemajuan

teknologi saat ini mampu memudahkan pekerjaan manusia dengan lebih efisien. Pada sebuah industry terutama pabrik, kini banyak mesin-mesinnya yang bekerja secara otomatis. Supaya dapat bekerja demikian, maka mesin tersebut membutuhkan komponen seperti motor servo didalamnya.

Motor servo mampu mengaplikasikan sebuah mesin industry otomatis seperti pengemasan, CNC (*Computer Numerical Control*), penanganan material dan sebagainya. Biasanya motor servo untuk pengaplikasian tersebut mempunyai penentuan posisi dan penginderaan ketepatannya secara otomatis.

Motor servo juga mampu mengelola algoritma kontrol *proportional integral derivative* yang kemudian memungkinkan mesin untuk memosisikannya dengan cepat tanpa kegagalan. Selain itu, motor servo juga mampu mengaplikasikannya pada sebuah rangkaian elektronik kecil seperti mainan mobil dan pesawat remote control. Untuk motor servo tersebut harus mampu bergerak dengan kecepatan yang tinggi, sesuai dengan perintah dari kontrol pengendalinya.

## 2.9 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD berfungsi untuk menampilkan keluaran dari pembacaan sebuah sensor yang ditampilkan menjadi sebuah teks, nilai, dan menu pada mikrokontroler. Penulis menggunakan LCD dengan ukuran 2x16 yang mana modul LCD ini tersedia dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dapat dibentuk oleh pixel. Adapun fitur pada LCD dapat dilihat dibawah ini:

1. Memiliki karakter generator terprogram.
2. Memiliki 192 karakter yang tersimpan.
3. Dapat dialamati dengan mode 4 bit dan 8 bit.
4. Dilengkapi back light.

Proses inisialisasi pin arduino yang terhubung ke pin LCD RS, *Enable*, D4, D5, D6, dan D7, dilakukan dalam baris *LiquidCrystal* (2, 3, 4, 5, 6, 7), dimana lcd merupakan variable yang dipanggil setiap kali intruksi terkait LCD akan digunakan. Definisi pin lcd 16x2 dapat dilihat pada tabel 2.1 dan gambar 2.14. adalah device LCD.

**Tabel 2.1** Spesifikasi LCD 2x16

Pin	Diskripsi
1	<i>Ground</i>
2	Vcc
3	Pengatur Kontras
4	Register Select
5	<i>Read / Write</i> LCD Register
6	<i>Enable</i>
7-14	Data I / O Pins
15	VCC + LED
16	<i>Ground</i> – LED

**Gambar 2.17** LCD (Liquid Cristal Display)**Sumber : reichelt**

Berikut ada beberapa fungsi-fungsi dari library LCD :

1. *begin()*

Untuk *begin()* digunakan dalam inisialisasi interface ke LCD dan mendefinisikan ukuran kolom dan baris LCD. Pemanggilan *begin()* harus dilakukan terlebih dahulu sebelum memanggil instruksi lain dalam library LCD. Untuk syntax penulisan instruksi *begin()* ialah sebagai berikut. *lcd.begin (cols,rows)* dengan *lcd* ialah nama variable, *cols* jumlah kolom LCD, dan *rows* jumlah baris LCD.

2. *clear()*

Instruksi *clear()* digunakan untuk membersihkan pesan text. Sehingga tidak ada tulisan yang ditampilkan pada LCD.

3. *setCursor()*

Instruksi ini digunakan untuk memposisikan cursor awal pesan *text* di LCD. Penulisan *syntax setCursor()* ialah sebagai berikut. *lcd.setCursor (col,row)* dengan *lcd* ialah nama variable, *col* kolom LCD, dan *row* baris LCD.

#### 4. *print()*

Sesuai dengan namanya, instruksi `print()` ini digunakan untuk mencetak, menampilkan pesan text di LCD. Penulisan syntax `print()` ialah sebagai berikut. `lcd.print(data)` dengan `lcd` ialah nama variable, `data` ialah pesan yang ingin ditampilkan.

### 2.10 Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel elektrik untuk menghubungkan antar komponen di breadboard tanpa memerlukan solder. Kabel jumper umumnya mempunyai connector atau pin di masing-masing ujungnya. Kabel jumper dibagi menjadi 3 jenis yaitu, Male to Male, Male to Female dan Female to Female. Kabel yang digunakan sebagai penghubung antar komponen yang digunakan dalam membuat perangkat prototype. Karakteristik dari kabel jumper ini memiliki panjang antara 10 sampai 20 cm. Jenis kabel jumper ini jenis kabel serabut yang bentuk housingnya bulat. Kabel jumper dapat dilihat pada Gambar 2.15.



**Gambar 2.18 Kabel Jumper**

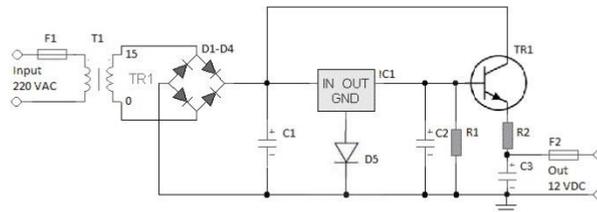
**Sumber : workshopelectronics**

### 2.11 Adaptor

Adaptor merupakan sebuah perangkat elektronik yang berguna untuk mengubah tegangan arus AC/ arus bolak-balik yang tinggi menjadi DC/ arus searah yang rendah, seperti yang di ketahui bahwa arus listrik yang kita gunakan di rumah, kantor dan lainnya merupakan arus listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) di mana arus listrik tersebut didistribusikan dalam bentuk arus bolak-balik atau AC.

Tetapi, peralatan elektronik yang sering di gunakan hampir semuanya

membutuhkan arus DC dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Alat pemilih sampah otomatis yang saya buat tersebut menggunakan adaptor 12volt. Adaptor dapat dilihat pada Gambar 2.16.



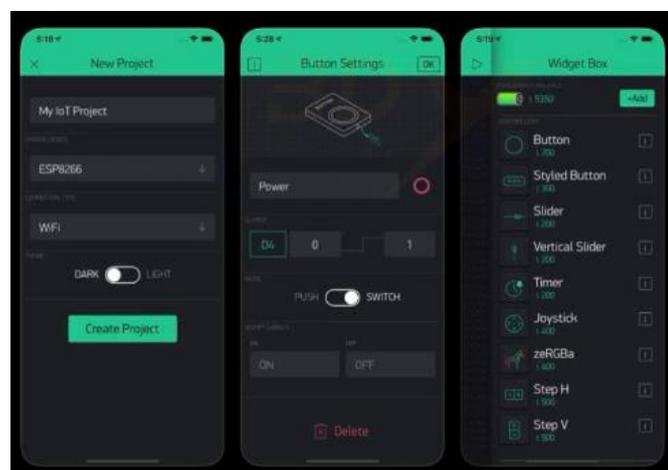
**Gambar 2.19 Adaptor**

Sumber : Nulis.Ilm, 2019

## 2.12 Aplikasi Monitoring Blynk

Blynk adalah platform aplikasi yang dapat diunduh secara gratis untuk iOS dan Android yang berfungsi mengontrol Arduino, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet.

Blynk dirancang untuk Internet of Things dengan tujuan dapat mengontrol hardware dari jarak jauh, dapat menampilkan data sensor, dapat menyimpan data, visual dan melakukan banyak hal canggih lainnya. Ada tiga komponen utama dalam platform yaitu Blynk App, Blynk Server, dan Blynk Library. Tampilan Aplikasi Blynk dapat dilihat pada Gambar 2.17.



**Gambar 2.20 Aplikasi Blynk**

Sumber : BDXTronic

Dari platform aplikasi inilah dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan kapanpun waktunya dengan catatan terhubung internet dengan koneksi yang stabil dan inilah yang dinamakan dengan sistem *Internet of Things* (IoT). Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama yaitu Aplikasi, *Server*, dan *Libraries*. Blynk *server* berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara *smart phone* dan *hardware*. *Widget* yang tersedia pada Blynk diantaranya adalah Button, Value Display, History Graph, Twitter, dan Email. Blynk tidak terikat pada papan, modul, atau jenis mikrokontroler tertentu namun harus didukung *hardware* yang dipilih. NodeMCU dikontrol dengan Internet melalui WiFi ataupun chip GSM. Blynk akan dibuat online dan siap untuk *Internet of Things*.

Aplikasi Blynk tidak dikhususkan untuk salah satu modul kontrol tertentu sehingga penggunaannya lebih fleksibel. Untuk melakukan kendali dengan aplikasi Blynk, beberapa bahan yang harus disiapkan antara lain:

1. Smartphone
2. Esp32 atau modul lainnya
3. Arduino IDE
4. Blynk Arduino Library

### 2.12.1 Komponen utama Blynk

Blynk dirancang untuk *Internet of Things* yang dapat mengontrol perangkat keras dari jarak jauh dan dapat menampilkan data sensor, dapat menyimpan data, memvisualisasikannya, dan melakukan berbagai hal lainnya. Ada tiga komponen utama yang menyusun platform Blynk, yaitu:

a. Blynk app

Aplikasi ini memungkinkan Anda membuat antarmuka yang dibutuhkan untuk proyek yang dibutuhkan dengan berbagai widget yang disediakan.

b. Blynk Server

Blynk Server bertanggung jawab atas semua komunikasi antar smartphone dan perangkat keras yang berhubungan dengan server. Pengguna dapat menggunakan Blynk Cloud atau menjalankan server Blynk pribadi secara lokal

yang bersifat open source yang dengan mudah menangani perangkat dan bahkan dapat diluncurkan di Raspberry Pi secara langsung.

c. Blynk Library

Dalam melakukan komunikasi dari server blynk ke berbagai perangkat keras dengan mudah, diperlukan library khusus dari Blynk yang mempermudah dalam menjalankan perintah dari program tanpa harus membedah framework Blynk secara menyeluruh.

### 2.13 *Internet of Things*

*IoT (Internet of Things)* pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Meski telah diperkenalkan sejak 19 tahun yang lalu, hingga kini belum ada sebuah konsensus global mengenai definisi *IoT*. Namun secara umum konsep *IoT* diartikan sebagai sebuah kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas dan memungkinkannya untuk berinteraksi dengan objek lain, lingkungan maupun dengan peralatan komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet.

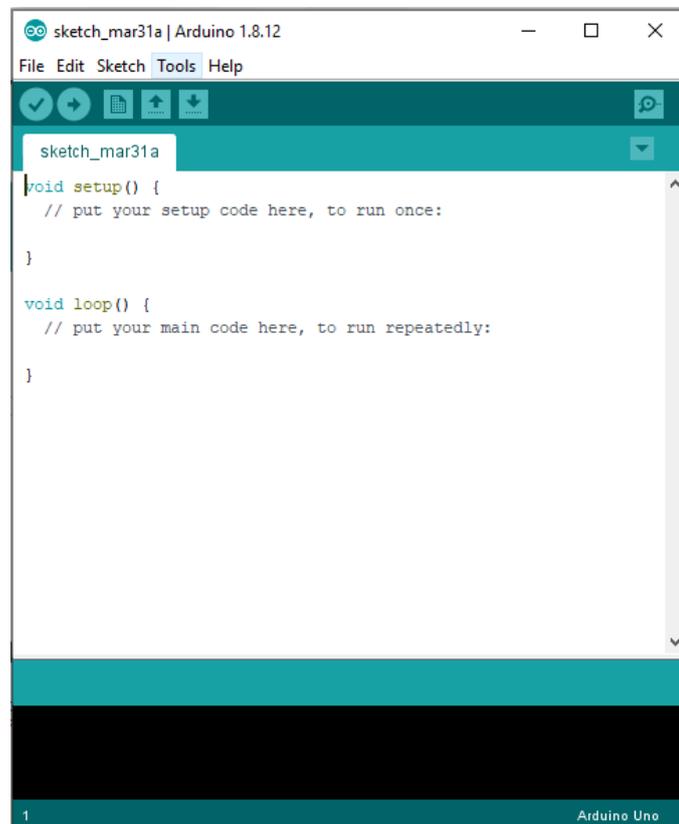
Dengan kata lain *IoT* merupakan suatu jaringan yang menghubungkan berbagai objek yang memiliki identitas pengenalan serta alamat IP, sehingga dapat saling berkomunikasi dan bertukar informasi mengenai dirinya maupun lingkungan yang diinderanya. *IoT* dalam berbagai bentuknya telah mulai diaplikasikan pada banyak aspek kehidupan manusia.

### 2.14 **Arduino IDE**

Arduino Integrated Development Environment (IDE) merupakan sebuah editor yang digunakan untuk menulis program, mengcompile, dan mengunggah ke papan Arduino.

Arduino development environment terdiri dari editor teks untuk menulis kode atau coding, area pesan, console teks, dan toolbar dengan tombol yang berfungsi umum. Software ditulis menggunakan Arduino dinamakan sketches. Sketches ditulis di editor teks dan disimpan dengan file yang berekstensi. Editor teks mempunyai fasilitas untuk cut atau paste dan search atau replace, area pesan

berisi umpan balik ketika menyimpan dan mengunggah file, dan juga menunjukkan jika terjadi kesalahan pada program yang di buat. Berikut adalah gambar tampilan arduino IDE yang di tampilkan pada Gambar 2.18 sebagai berikut.



**Gambar 2.21 Arduino IDE**

**Sumber : Robotics.intiperjogja, 2021**

Keterangan ;

- Icon* menu *verify* yang bergambar ceklis berfungsi untuk mengecek program yang ditulis apakah ada yang salah atau error.
- Icon* menu *upload* yang bergambar panah ke arah kanan berfungsi untuk memuat / transfer program yang dibuat di *software* arduino ke *hardware* arduino.
- Icon* menu *New* yang bergambar sehelai kertas berfungsi untuk membuat halaman baru dalam pemrograman.
- Icon* menu *Open* yang bergambar panah ke arah atas berfungsi untuk

membuka program yang disimpan atau membuka program yang sudah dibuat dari pabrikan *software* arduino.

- e. *Icon* menu *Save* yang bergambar panah ke arah bawah berfungsi untuk menyimpan program yang telah dibuat atau dimodifikasi.
- f. *Icon* menu serial monitor yang bergambar kaca pembesar berfungsi untuk mengirim atau menampilkan serial komunikasi data saat dikirim dari *hardware* Arduino.

### 2.15 Tinkercad

Tinkercad adalah salah satu program *modelling* 3D yang dapat diakses dan digunakan secara *online*. Namun, kemudian Tinkercad mengembangkan dan menambahkan fitur untuk dapat melakukan simulasi rangkaian elektronik pada web-based simulator Tinkercad.

Tinkercad sendiri didirikan pada tahun 2010 di Uni Eropa oleh mantan *engineer* Google bernama Kai Backman dan partnernya bernama Mikko Mononen yang saat itu tujuan Tinkercad adalah untuk membuat aplikasi *modelling* 3D yang lebih difokuskan untuk membuat desain produk. Saat ini, kantor pusat Tinkercad sudah pindah dari Uni Eropa ke San Francisco Amerika.



**Gambar 2.22 Logo Tikercad**

**Sumber : Wikimedia**