

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Arduino**

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Arduino juga merupakan *platform* hardware terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware arduino dan membangunnya.

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

#### **2.2 Arduino UNO**

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. (angin,B Perangin. 2013)



**Gambar 2.1** Board Arduino UNO Atmega 328  
(sumber : angin, B Perangin. 2013)

Berikut ini adalah konfigurasi dari arduino uno adalah sebagai berikut :

1. Mikronkontroler ATmega328
2. Beroperasi pada tegangan 5V
3. Tegangan input (rekomendasi) 7 - 12V
4. Batas tegangan input 6 - 20V
5. Pin digital input/output 14 (6 mendukung output PWM)
6. Pin analog input 6
7. Arus pin per input/output 40 mA
8. Arus untuk pin 3.3V adalah 50 mA
9. Flash Memory 32 KB (ATmega328) yang mana 2 KB digunakan oleh *bootloader*
10. SRAM 2 KB (ATmega328)
11. EEPROM 1KB (ATmega328)
12. Kecepatan clock 16 MHz

### 2.2.1 Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno

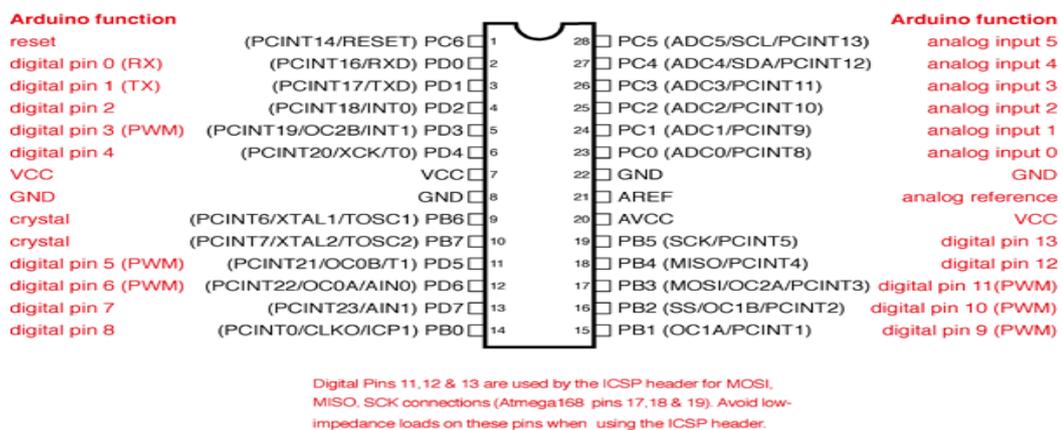
Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (diputus secara default) sebesar 20-30 KOhm.

Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu:

- Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima(RX) dan mengirim(TX) data secara serial.
- External Interrupt: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
- Pulse-width modulation (PWM): pin 3,5,6,9,10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi analogWrite().
- Serial Peripheral Interface (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
- LED: pin 13, terdapat built-in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai LOW maka LED akan padam.

### Konfigurasi Pin Mikrokontroler Arduino Uno

Dibawah ini adalah penjelasan tentang IC mikrokontroller arduino uno (atmega 328)



**Gambar 2.2** Data Sheet IC atmega 328

(Sumber:<http://darcy.rsgc.on.ca/ACES/TEI3M/image/BreadboardArduinoIntroPics063.png> diakses pada tanggal 22 juli 2016 pukul 15.00 wib)

Tabel 2.1 Konfigurasi Port B

Port Pin	Alternate Functions
PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1) PCINT6 (Pin Change Interrupt 6)
PB5	SCK (SPI Bus Master clock Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2A (Timer/Counter2 Output Compare Match A Output) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3)
PB2	$\overline{SS}$ (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2)
PB1	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1)
PB0	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Input) CLKO (Divided System Clock Output) PCINT0 (Pin Change Interrupt 0)

(Sumber: Putra, Fandi Aji. 2013)

Tabel 2.2 Konfigurasi Port C

Port Pin	Alternate Function
PC6	RESET (Reset pin) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14)
PC5	ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (2-wire Serial Bus Clock Line) PCINT13 (Pin Change Interrupt 13)
PC4	ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA (2-wire Serial Bus Data Input/Output Line) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12)
PC3	ADC3 (ADC Input Channel 3) PCINT11 (Pin Change Interrupt 11)
PC2	ADC2 (ADC Input Channel 2) PCINT10 (Pin Change Interrupt 10)
PC1	ADC1 (ADC Input Channel 1) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9)
PC0	ADC0 (ADC Input Channel 0) PCINT8 (Pin Change Interrupt 8)

(Sumber: Putra, Fandi Aji. 2013)

Tabel 2.3 Konfigurasi Port D

Port Pin	Alternate Function
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) OC0A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22)
PD5	T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input) OC0B (Timer/Counter0 Output Compare Match B Output) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21)
PD4	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input) OC2B (Timer/Counter2 Output Compare Match B Output) PCINT19 (Pin Change Interrupt 19)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18)
PD1	TXD (USART Output Pin) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17)
PD0	RXD (USART Input Pin) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16)

(Sumber: Putra, Fandi Aji. 2013)

## 2.3 Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino menggunakan pemrograman dengan bahasa C. Berikut ini adalah penjelasan mengenai karakter bahasa C dan software Arduino.

### 2.3.1 Struktur

Setiap program Arduino (biasa disebut sketch) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada.

1 void setup( ) { }

Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program Arduino dijalankan untuk pertama kalinya.

2 void loop( ) { }

Fungsi ini akan dijalankan setelah setup (fungsi void setup) selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan lagi, dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (power) dilepaskan.

### 2.3.2 Syntax

Berikut ini adalah elemen bahasa C yang dibutuhkan untuk format penulisan.

1 `//`(komentar satu baris)

Kadang diperlukan untuk memberi catatan pada diri sendiri apa arti dari kode-kode yang dituliskan. Cukup menuliskan dua buah garis miring dan apapun yang kita ketikkan dibelakangnya akan diabaikan oleh program.

2 `/* */`(komentar banyak baris)

Jika anda punya banyak catatan, maka hal itu dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan oleh program.

3 `{ }`(kurung kurawal)

Digunakan untuk mendefinisikan kapan blok program mulai dan berakhir (digunakan juga pada fungsi dan pengulangan).

4 `;` (titik koma)

Setiap baris kode harus diakhiri dengan tanda titik koma (jika ada titik koma yang hilang maka program tidak akan bisa dijalankan).

### 2.3.3 Variabel

Sebuah program secara garis besar dapat didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memindahkannya.

1. `int` (integer)

Digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 byte (16 bit). Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -32,768 dan 32,767.

2. `long` (long)

Digunakan ketika integer tidak mencukupi lagi. Memakai 4 byte (32 bit) dari memori (RAM) dan mempunyai rentang dari -2,147,483,648 dan 2,147,483,647.

3. `boolean`(boolean)

Variabel sederhana yang digunakan untuk menyimpan nilai TRUE (benar) atau FALSE (salah). Sangat berguna karena hanya menggunakan 1 bit dari RAM.

## 4. float(float)

Digunakan untuk angka desimal (floating point). Memakai 4 byte (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang dari  $-3.4028235E+38$  dan  $3.4028235E+38$ .

## 5. char(character)

Menyimpan 1 karakter menggunakan kode ASCII (misalnya 'A' = 65). Hanya memakai 1 byte (8 bit) dari RAM.

### 2.3.4 Operator Matematika

Operator yang digunakan untuk memanipulasi angka (bekerja seperti matematika yang sederhana).

## 1. =

Membuat sesuatu menjadi sama dengan nilai yang lain (misalnya:  $x = 10 * 2$ , x sekarang sama dengan 20).

## 2. %

Menghasilkan sisa dari hasil pembagian suatu angka dengan angka yang lain (misalnya:  $12 \% 10$ , ini akan menghasilkan angka 2).

## 3. +

Penjumlahan

## 4. -

Pengurangan

## 5. \*

Perkalian

## 6. /

Pembagian

### 2.4.5 Operator Pembanding

Operator pembanding digunakan untuk membandingkan nilai logika. Berikut ini adalah tanda- tanda operator pembanding.

## 1. ==

Sama dengan (misalnya:  $12 == 10$  adalah FALSE (salah) atau  $12 == 12$  adalah TRUE (benar))

2.  $!=$

Tidak sama dengan (misalnya:  $12 != 10$  adalah TRUE (benar) atau  $12 != 12$  adalah FALSE (salah))

3.  $<$

Lebih kecil dari (misalnya:  $12 < 10$  adalah FALSE (salah) atau  $12 < 12$  adalah FALSE (salah) atau  $12 < 14$  adalah TRUE (benar))

4.  $>$

Lebih besar dari (misalnya:  $12 > 10$  adalah TRUE (benar) atau  $12 > 12$  adalah FALSE (salah) atau  $12 > 14$  adalah FALSE (salah))

### 2.3.6 Struktur Pengaturan

Program sangat tergantung pada pengaturan apa yang akan dijalankan berikutnya, berikut ini adalah elemen dasar pengaturan (banyak lagi yang lain dan bisa dicari di internet).

**if..else**, dengan format seperti berikut ini:

**if (kondisi) { }**

**else if (kondisi) { }**

**else { }**

Dengan struktur seperti diatas program akan menjalankan kode yang ada di dalam kurung kurawal jika kondisinya TRUE, dan jika tidak (FALSE) maka akan diperiksa apakah kondisi pada else if dan jika kondisinya FALSE maka kode pada else yang akan dijalankan.

**for**, dengan format seperti berikut ini:

**for (int i = 0; i < #pengulangan; i++) { }**

Digunakan bila anda ingin melakukan pengulangan kode di dalam kurung kurawal beberapa kali, ganti #pengulangan dengan jumlah pengulangan yang diinginkan. Melakukan penghitungan ke atas dengan i++ atau ke bawah dengan i-

## **2.3.7 Perintah Digital**

### **2.3.7.1 PinMode(pin, mode)**

Digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomor pin yang akan digunakan dari 0-19 (pin analog 0-5 adalah 14-19). Mode yang bisa digunakan adalah INPUT atau OUTPUT.

### **2.3.7.2 DigitalWrite(pin, value)**

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai OUTPUT, pin tersebut dapat dijadikan HIGH (ditarik menjadi 5 volts) atau LOW (diturunkan menjadi ground).

### **2.3.7.3 DigitalRead(pin)**

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai INPUT maka anda dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah HIGH (ditarik menjadi 5 volts) atau LOW (diturunkan menjadi ground).

## **2.3.8 Perintah Analog**

Arduino adalah mesin digital tetapi mempunyai kemampuan untuk beroperasi di dalam alam analog (menggunakan trik). Berikut ini cara untuk menghadapi hal yang bukan digital.

### **2.3.8.1 AnalogWrite(pin, value)**

Beberapa pin pada Arduino mendukung PWM (pulse width modulation) yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10, 11. Ini dapat merubah pin hidup (on) atau mati (off) dengan sangat cepat sehingga membuatnya dapat berfungsi layaknya keluaran analog. Value (nilai) pada format kode tersebut adalah angka antara 0 ( 0% duty cycle ~ 0V) dan 255 (100% duty cycle ~ 5V).

### 2.3.8.2 AnalogRead(pin)

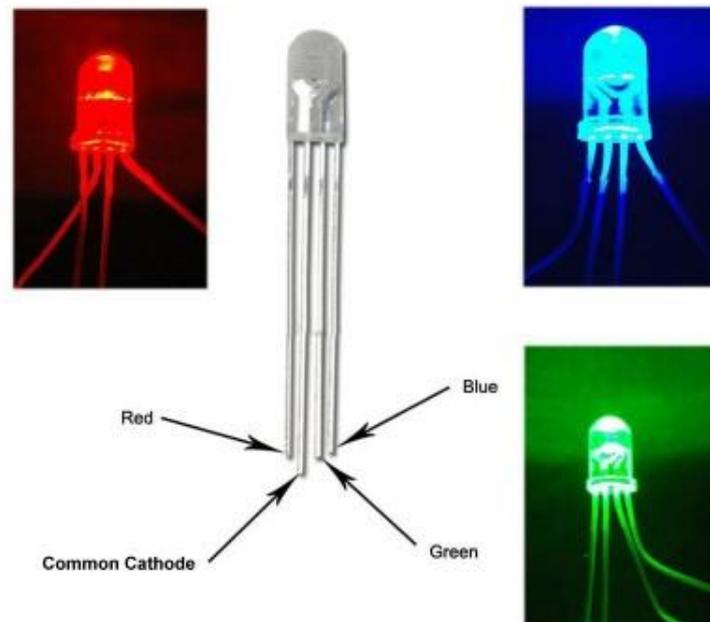
Ketika pin analog ditetapkan sebagai INPUT anda dapat membaca keluaran voltase-nya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 volts) dan 1024 (untuk 5 volts).

## 2.4 LED (Light Emiting Diode)

LED (Light Emiting Diode) adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (forward bias) LED (Light Emiting Dioda) dapat memancarkan cahaya karena menggunakan dopping galium,arsenic dan phosporus. Jenis doping yang berbeda dapat menghasilkan cahaya dengan warna yang berbeda. LED (Light Emiting Dioda )merupakan salah satu jenis dioda, sehingga hanya akan menghasilkan arus listrik satu arah saja. LED akan memancarkan cahaya apabila diberikan tegangan listrik dengan konfigurasi forward bias. Berbeda dengan dioda pada umumnya, kemampuan mengalirkan arus pada LED (Light Emiting Dioda) cukup rendah yaitu maksimal 20 mA. Apabila LED (Light Emiting Dioda) dialiri arus lebih besar dari 20 mA maka LED akan rusak, sehingga pada rangkaian LED dipasang sebuah resistor sebagai pembatas arus. Simbol dan bentuk fisik dari LED (Light Emiting Dioda). [Elektronika Dasar, 2012].

LED yang digunakan pada alat pemilah dan penghitung bola berwarna ini menggunakan LED RGB. LED RGB merupakan LED yang mampu menghasilkan warna-warna dari hasil kombinasi warna Red (merah), Green (hijau), dan Blue (biru). Yang mana warna keluaran warna dari led ini dapat kita atur dengan memberikan nilai input pada masing-masing kaki-kaki led untuk warna R-G-B. Adapun pada pembahasan kali ini akan Kita gunakan “LED –RGB Clear Common Cathode”.

Gambar dari LED dan hasil-hasil yang dapat dibuat dengannya dapat Anda lihat pada gambar-gambar di bawah ini:



**Gambar 2.3** LED RGB

(Sumber: <https://insansainsprojects.wordpress.com/2010/12/20/bermain-ribuan-warna-dengan-led-rgb/> Diakses pada tanggal 22 juli 2016 pukul 14.10 WIB)

## 2.5 Sensor Warna

Sensor adalah alatu untuk mendeteksi/mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanik, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika,sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh konektor sebagai otaknya (petruzella, 2011).

Sensor dalam teknik pengukuran dan pengaturan secara elektronik berfungsi mengubah besaran fisik (misalnya : temperatur, cahaya, gaya, kecepatan putaran)menjadi besaran listrik yang proposional.

Sensor yang digunakan pada alat sistem otomatis prototype alat pemilah dan penghitung bola berwarna menggunakan ldr dengan tampilan lcd berbasis

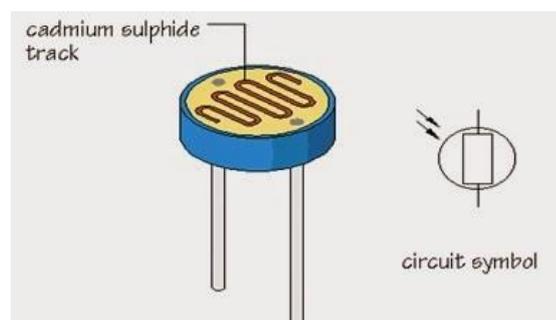
arduino uno ini dengan buatan sendiri, sensor ini menghubungkan RGB LED, sensor cahaya, dan mikrokontroler untuk membuat sensor warna yang juga dapat digunakan sebagai detektor cahaya ambient dan generator warna.

### 2.5.1 Sensor Warna Dengan Pemanfaatan Resistansi Cahaya

Pada sensor jenis ini yang umumnya digunakan dalam suatu aplikasi biasanya menggunakan suatu komponen jenis LDR. Memang pada umumnya LDR ini digunakan sebagai sensor cahaya, namun dari sini kita dapat memanfaatkan prinsipnya sebagai sensor warna.

### 2.5.2 Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor)

Adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR (Light Dependent Resistor) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Biasanya LDR terbuat dari cadmium sulfida yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. Gambar dari simbol LDR dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 2.4** Simbol LDR

(Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-ldr-light-dependent-resistor-cara-mengukur-ldr/> diakses pada tanggal 22 juli 2016 pukul 14.35 WIB)

### 2.5.3 Prinsip Kerja Sensor Cahaya LDR (Light Dipendent Resistor)

Resistansi Sensor Cahaya LDR (Light Dipendent Resistor) akan berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya atau yang ada disekitarnya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar  $10\text{ M}\Omega$  dan dalam keadaan terang sebesar  $1\text{K}\Omega$  atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti kadmium sulfida. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan.

### 2.6 Motor Servo

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (duty cycle) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Motor servo memiliki dua tipe yaitu servo standard dan servo rotation (continuous). Dimana biasanya untuk tipe standar hanya dapat melakukan pergerakan sebesar  $180^\circ$  sedangkan untuk tipe continuous dapat melakukan rotasi atau  $360^\circ$ .

Pada dasarnya motor servo tersusun dari motor DC, rangkaian kontrol, gearbox dan potensiometer. Tampak seperti gambar motor servo beserta komponen internal motor servo dibawah ini.



**Gambar 2.5** Motor Servo

(Sumber: <http://www.Servodatabase.com/servo/towerpro/sg90> diakses pada tanggal 22 juli 2016 pukul 14.32)

Terlihat jelas bahwa motor DC yang digunakan sangat kecil sehingga motor servo memiliki dimensi yang cukup kecil jika dibandingkan dengan motor DC pada umumnya. Rangkaian kontrol pada motor servo digunakan untuk mengontrol motor DC yang ada pada motor servo, dikarenakan untuk mengakses motor servo kita harus memberikan pulsa-pulsa kepada sinyal kontrol tersebut. Gearbox berfungsi untuk meningkatkan torsi dari motor servo, sebenarnya terdapat dua macam bahan penyusun gearbox yang digunakan untuk motor servo yaitu metal gear (biasanya untuk torsi yang sangat besar) dan nylon gear (berwarna putih seperti gambar diatas). Dan potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirimkan.

### **2.6.1 Jenis-jenis Motor Servo**

#### 1. Motor Servo Standar

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai  $90^0$  sehingga total defleksi sudut dari kanan-tengah-kiri adalah  $180^0$

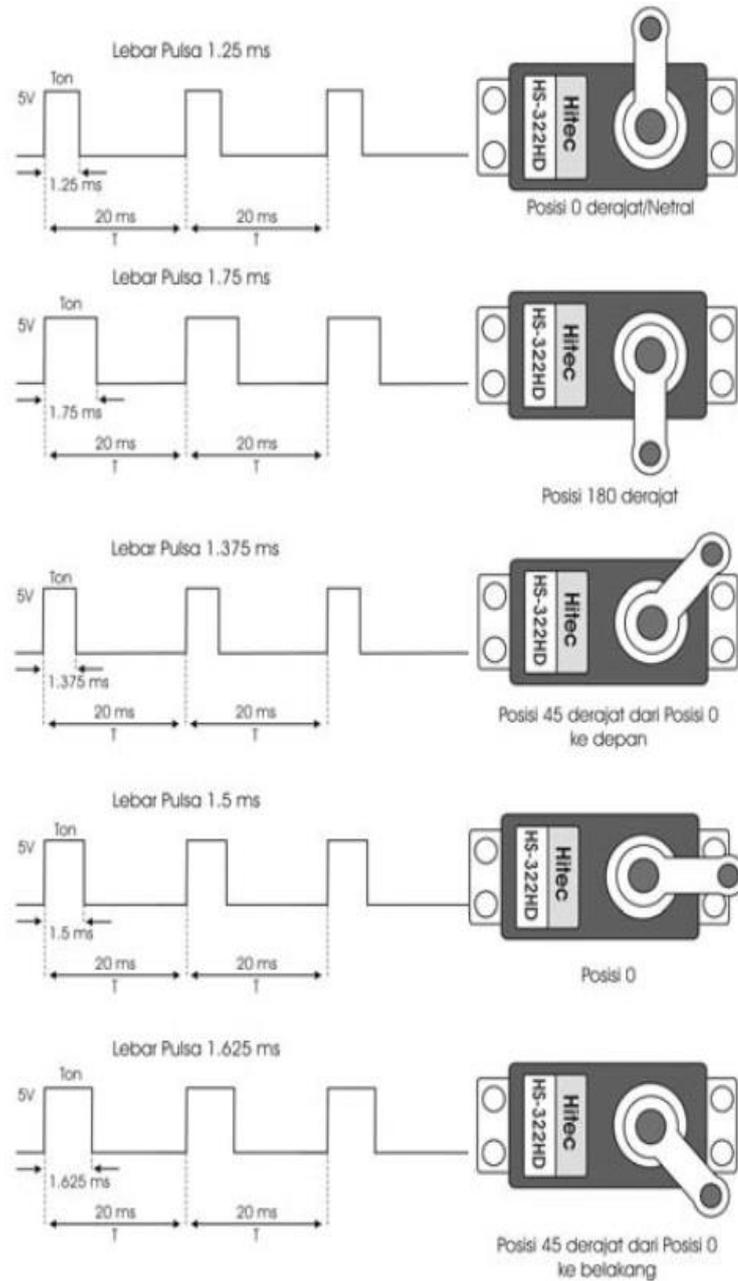
#### 1. Motor Servo Kontinu

Motor Servo Kontinu merupakan motor servo yang bagian feedback-nyadilepas sehingga motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

### **2.6.2 Prinsip Kerja Motor Servo**

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut  $90^0$ . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi  $0^0$  atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka

poros motor servo akan berputar ke arah posisi  $180^{\circ}$  atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini



**Gambar 2.6** Nilai pulsa untuk menggerakkan motor servo

(Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/wp-content/uploads/2012/05/Pulsa-Kendali-Motor-Servo-180.jpg> diakses pada tanggal 22 juli 2016 pukul 15.00 WIB)

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

## **2.7 LCD 16x2**

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan Kristal cair sebagai tampilan utama. LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan mengganti fungsi dari penampil CRT (*cathode ray tube*), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom (hitam dan putih) maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan lebih keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT karena pada dasarnya CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan. Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah konsumsi daya yang relatif kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan (menurut penulis) ketika berlama-lama didepan monitor, monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan LCD.



**Gambar 2.5** LCD 16 x 2  
(Sumber: Muis, Saludin. 2013)

LCD memanfaatkan silikon atau galium dalam bentuk kristal cair sebagai pemancar cahaya. Pada layar LCD setiap matrix adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang latar (back plane), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan.

Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa mikro ampere) sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil keunggulan yang lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah dibawah terang sinar matahari. Dibawah sinar cahaya yang remang-remang atau dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa LED) harus dipasang dibelakang layar tampilan.

LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan dua baris tampilan pada display. Keuntungan dari LCD ini adalah:

1. dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.

2. mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit kontrol.
3. ukuran modul yang proporsional.
4. daya yang digunakan relatif sangat kecil.

**Tabel 2.4 Operasi dasar LCD**

<b>RS</b>	<b>R/W</b>	<b>Operasi</b>
0	0	Input instruksi ke LCD
0	1	Membaca Status Flag (DB7) dan alamat counter (DB0 ke DB6) DB6)
1	0	Menulis Data
1	1	Membaca Data

(Sumber: Muis, Saludin. 2013)

**Tabel 2.5 Konfigurasi pin LCD**

<b>Pin No.</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Konfigurasi Hubung</b>
1	GND	Ground
2	VCC	Tegangan +5VDC
3	VEE	Ground
4	RS	Kendali RS
5	RW	Ground
6	E	Kendali E/Enable
7	D0	Bit 0
8	D1	Bit 1
9	D2	Bit 2
10	D3	Bit 3
11	D4	Bit 4
12	D5	Bit 5

13	D6	Bit 6
14	D7	Bit 7
15	A	Anoda (+5VDC)
16	K	Katoda (Ground)

(Sumber: Muis, Saludin. 2013)

**Tabel 2.6 Konfigurasi pin LCD**

<b>Pin</b>	<b>Bilangan Biner</b>	<b>Keterangan</b>
RS	0	Inisialisasi
	1	Data
RW	0	Tulis LCD/W (Write)
	1	Baca LCD/R(Read)
E	0	Pintu data terbuka
	1	Pintu data tertutup

(Sumber: Muis, Saludin. 2013)

LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sangat populer untuk diaplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik lain seperti global positioning system (GPS), bargraph display, dan multimeter digital. LCD umumnya dikemas dalam bentuk dual in-line package (DIP) dan mempunyai kemampuan untuk menampilkan beberapa kolom dan baris dalam satu panel. Untuk membentuk pola, baik karakter ataupun gambar, pada kolom dan baris secara bersamaan digunakan metode screening. Metode screening adalah mengaktifkan daerah perpotongan suatu kolom dan suatu baris secara bergantian dan cepat sehingga akhirnya seolah-olah aktif semua. penggunaan metode ini dimaksudkan untuk menghemat jalur yang digunakan untuk mengaktifkan panel LCD.

## 2.8 Daya (power)

Arduino UNO dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau battery. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan sebuah center-positive plug yang panjangnya 2,1 mm ke power jack daro board. Kabel lead dari sebuah battery dapat dimasukkan dalam header/kapala pin Ground (Gnd) dan pin Vin dari konektor power. [Suhendri hendri, 2013]

Board arduino UNO dapat dioperasikan pada sebuah suplai eksternal 6 sampai 20 volt. Jika disuplai dengan yang lebih kecil dari 7volt, kiranya pin 5 volt mungkin mensuplai kecil dari 5volt dan board arduino UNO bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih besar dari 12 volt, voltage reguler bisa kelebihan panas dan membahayakan board Arduino UNO. Range yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 volt.

Board Arduino UNO dapat beroperasi pada sebuah suplai eksternal 6sampai 20 volt. Jika suplai dengan yang lebih kecil dari 7 V, kiranyapin 5 volt mungkin mensuplai kecil dari 5 volt dan board Arduino UNO bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih besar 12 volt, voltage regulator bisa kelebihan panas dan membahayakan board Arduino UNO. Range yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 volt.

Pin-pin Dayanya Adalah Sebagai Berikut:

VIN. Tegangan input ke Arduino board ketika board sedang menggunakan sumber suplai eksternal (seperti 5 Volt dari koneksi USB atau sumber tenaga lainnya yang diatur). Kita dapat menyuplai tegangan melalui pin ini, atau jika penyuplaian tegangan melauai power jack,aksesnya melauai power pin ini.

5V. Pin output ini merupakan tegangan 5 Volt yang diatur dari regulator pada board. Board dapat mensuplai dengan salah satu suplai dari DC power jack (7-12v), usb connector (5v), atau pin VIN dari board (7-12). Penyuplaian

tegangan melalui pin 5V atau 3,3 V membypass regulator, dan dapat membahayakan board. Hal itu tidak dianjurkan.

3V3. Sebuah suplai 3,3 Volt dihasilkan oleh regulator pada board. Arus maksimum yang dapat dilalui adalah 50 mA.

GND. Pin ground.

## **2.9 ADC (Analog To Digital Converter)**

Analog To Digital Converter (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer).

Microcontroller memiliki kemampuan untuk menerima, mengolah, dan memberikan output signal digital. Sebagai contoh bila microcontroller dengan catu daya 5 volt, microcontroller tersebut dapat mengenali tegangan sebesar 0 volt sebagai signal digital low, atau tegangan 5 volt sebagai signal digital high. Sedangkan untuk mengenali nilai tegangan antara 0 volt hingga 5 volt, diperlukan feature khusus, yakni Analog-to-Digital Converter. Analog-to-Digital Converter atau biasa disebut ADC, memungkinkan microcontroller untuk mengenali suatu nilai analog melalui suatu pendekatan digital. Saat ini banyak microcontroller, termasuk Arduino telah dilengkapi dengan feature ADC yang terintegrasi di dalamnya.

Tapi tidak semua pin Arduino dapat digunakan untuk mengolah signal analog. Pada board Arduino Uno, terdapat enam pin analog, yakni mulai dari A0 hingga A5. Huruf A pada awal nama pin Arduino menandakan pin tersebut dapat digunakan untuk mengolah signal analog. Seberapa tepat nilai signal analog yang dipetakan secara digital, ditentukan oleh seberapa besar resolusi ADC. Semakin besar resolusi ADC, maka semakin mendekati nilai analog dari signal tersebut. Untuk resolusi ADC pada board Arduino Uno ialah 10 bit, yang berarti mampu memetakan hingga 1024 discrete analog level. Beberapa jenis microcontroller lain

memiliki resolusi 8 bit, 256 discrete analog level, bahkan ada yang memiliki resolusi 16 bit, 65536 discrete analog level.

### **Kaitan Nilai ADC dengan Tegangan**

Nilai ADC menunjukkan ratio perbandingan dengan tegangan yang terbaca. Berikut persamaannya ialah nilai ADC terukur ialah nilai ADC maximum dikalikan tegangan terbaca, kemudian dibagi dengan nilai tegangan sumber. Atau,

$$\text{ADC terukur} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1023$$

Nilai ADC tergantung dengan tegangan yang menjadi catu daya sistem microcontroller. Untuk board Arduino biasa menggunakan sumber tegangan 5 volt. Berikut adalah cara mencari nilai ADC, dengan menerapkan persamaan yang ada dan tegangan terbaca sebesar 2,12 volt pada board Arduino Uno.

1. Board Arduino Uno memiliki resolusi 10 bit, dengan nilai terbesar 1023
2. Tegangan sumber 5 volt dan tegangan terbaca ialah 2,12 volt
3. Nilai ADC terukur ialah nilai ADC maximum dikalikan tegangan terbaca, kemudian dibagi dengan nilai tegangan sumber
4. Sehingga diperoleh nilai ADC sebesar 434

Dengan demikian diperoleh nilai ADC sebesar 434 dari tegangan terukur 2,12 volt. Untuk setiap unit ADC tersebut memiliki perbandingan tegangan sebesar 4,9 mV. Selain dipengaruhi oleh besarnya nilai resolusi ADC, tepat tidaknya pengukuran nilai ADC juga dipengaruhi oleh clock speed ADC tersebut. Untuk board Arduino Uno sendiri clock speed ADC maximum yang disarankan ialah 200 kHz. Nilai clock speed 200 kHz tersebut berdasarkan spesifikasi internal DAC (Digital to Analog Converter) pada rangkaian pengubahnya. Meski demikian, penggunaan clock speed pada 1 MHz misalnya, tidak mengurangi kualitas resolusi ADC tersebut.