

## **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 Mega2560**

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroller yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibuthkan untuk sebuah mikrokontroller. Dengan

penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC. (Sumber : Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. 2016)

**Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Mega 2560**

Chip mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan, via jack DC)	7V - 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	54 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM output
Analog Input pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g

(Sumber : *ArduinoSoftware*. 2016)

Arduino Mega 2560 Rev 3 telah dilengkapi dengan chip ATmega16U2 yang telah diprogram sebagai konverter USB to Serial. Firmware ATmega16U2 di load oleh DFU bootloader, dan untuk merubahnya dapat menggunakan software Atmel Flip (Windows) atau DFU programmer (Mac OSX dan Linux), atau menggunakan header ISP dengan menggunakan hardware external programmer. (Sumber : Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. 2016)

## 1. Proteksi

Development board Arduino Mega 2560 telah dilengkapi dengan polyfuse yang dapat direset untuk melindungi port USB komputer/laptop anda dari korsleting atau arus berlebih. Meskipun kebanyakan komputer telah memiliki perlindungan port tersebut didalamnya namun sikring pelindung pada Arduino Uno memberikan lapisan perlindungan tambahan yang membuat anda bisa dengan tenang menghubungkan Arduino ke komputer anda. Jika lebih dari 500mA ditarik pada port USB tersebut, sirkuit proteksi akan secara otomatis memutuskan hubungan, dan akan menyambung kembali ketika batasan aman telah kembali.

## 2. Power Supply

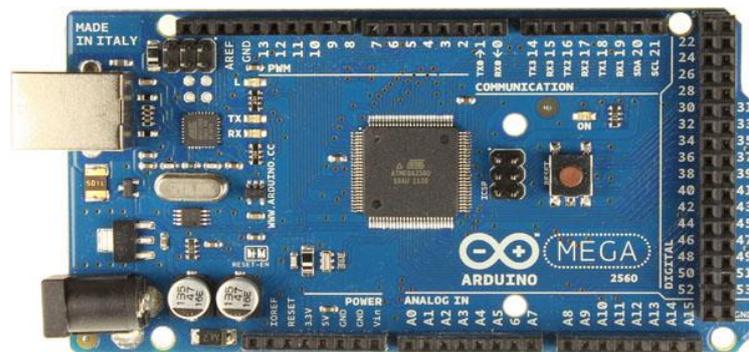
Board Arduino Mega 2560 dapat ditenagai dengan power yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via power supply eksternal. Pilihan power yang digunakan akan dilakukan secara otomatis. External power supply dapat diperoleh dari adaptor AC-DC atau bahkan baterai, melalui jack DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada di board. Board dapat beroperasi dengan power dari external power supply yang memiliki tegangan antara 6V hingga 20V. Namun ada beberapa hal yang harus anda perhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa over heat yang pada akhirnya bisa merusak pcb. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V

Beberapa pin power pada Arduino Mega2560 :

- **GND.** Ini adalah ground atau negatif.
- **Vin.** Ini adalah pin yang digunakan jika anda ingin memberikan power langsung ke board Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V

- **Pin 5V.** Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator
- **3V3.** Ini adalah pin output dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator
- **IOREF.** Ini adalah pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroler. Biasanya digunakan pada board shield untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V

Secara fisik, ukuran Arduino Mega 2560 hampir kurang lebih 2 kali lebih besar dari Arduino Uno, ini untuk mengakomodasi lebih banyaknya pin *Digital* dan *Analog* pada *board* Arduino Mega 2560 tersebut.



**Gambar 2.1 Arduino Mega 2560**

(Sumber : *ArduinoSoftware*. 2016)

### **Input dan Output (I/O)**

Arduino Mega 2560 memiliki jumlah pin terbanyak dari semua papan pengembangan Arduino. Mega 2560 memiliki 54 buah digital pin yang dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Pin-pin tersebut bekerja pada tegangan 5V, dan setiap pin dapat menyediakan atau menerima arus sebesar 20mA, dan memiliki tahanan pull-up sekitar 20-50k ohm (secara default dalam posisi disconnect). Nilai maximum adalah 40mA, yang sebisa mungkin dihindari untuk menghindari kerusakan chip mikrokontroler.

Beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- **Serial**, memiliki 4 serial yang masing-masing terdiri dari 2 pin. Serial 0 : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Serial 1 : pin 19 (RX) dan pin 18 (TX). Serial 2 : pin 17 (RX) dan pin 16 (TX). Serial 3 : pin 15 (RX) dan pin 14 (TX). RX digunakan untuk menerima dan TX untuk transmit data serial TTL. Pin 0 dan pin 1 adalah pin yang digunakan oleh chip USB-to-TTL ATmega16U2
- **External Interrupts**, yaitu pin 2 (untuk interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Dengan demikian Arduino Mega 2560 memiliki jumlah interrupt yang cukup melimpah : 6 buah. Gunakan fungsi `attachInterrupt()` untuk mengatur interrupt tersebut.
- **PWM**: Pin 2 hingga 13 dan 44 hingga 46, yang menyediakan output PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`
- **SPI** : Pin 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), dan 53 (SS) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI Library
- **LED** : Pin 13. Pada pin 13 terhubung built-in led yang dikendalikan oleh digital pin no 13. Set HIGH untuk menyalakan led, LOW untuk memadamkan nya.
- **TWI** : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL) yang mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan Wire Library

Arduino Mega 2560 R3 memiliki 16 buah input analog. Masing-masing pin analog tersebut memiliki resolusi 10 bits (jadi bisa memiliki 1024 nilai). Secara default, pin-pin tersebut diukur dari ground ke 5V, namun bisa juga menggunakan pin AREF dengan menggunakan fungsi `analogReference()`. Beberapa in lainnya pada board ini adalah :

- **AREF**. Sebagai referensi tegangan untuk input analog.
- **Reset**. Hubungkan ke LOW untuk melakukan reset terhadap mikrokontroller. Sama dengan penggunaan tombol reset yang tersedia.

### 3. Komunikasi

Arduino Mega2560 memiliki beberapa fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, berkomunikasi dengan Arduino lainnya, atau dengan mikrokontroler lainnya. Chip Atmega2560 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5V) yang tersedia di pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Chip ATmega16U2 yang terdapat pada board berfungsi menterjemahkan bentuk komunikasi ini melalui USB dan akan tampil sebagai Virtual Port di komputer. Firmware 16U2 menggunakan driver USB standar sehingga tidak membutuhkan driver tambahan.

Pada Arduino Software (IDE) terdapat monitor serial yang memudahkan data textual untuk dikirim menuju Arduino atau keluar dari Arduino. Led TX dan RX akan menyala berkedip-kedip ketika ada data yang ditransmisikan melalui chip USB to Serial via kabel USB ke komputer. Untuk menggunakan komunikasi serial dari digital pin, gunakan SoftwareSerial library.

Chip ATmega2560 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Di dalam Arduino Software (IDE) sudah termasuk Wire Library untuk memudahkan anda menggunakan bus I2C. Untuk menggunakan komunikasi SPI, gunakan SPI library.

### 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 Pembandingan

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

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

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

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

#### 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.

#### 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. **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).

### 2.3.9 Software Arduino

*Software arduino* yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. *Integrated Development Environment* (IDE), suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau *sketsa* program untuk papan *Arduino*. IDE *arduino* merupakan *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *java*. IDE arduino terdiri dari :

1. Editor Program

Sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

2. *Compiler*

Berfungsi untuk kompilasi *sketch* tanpa unggah ke *board* bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode *sintaks sketch*. Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode *biner* bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*.

3. *Uploader*

Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi *sketch* ke *board* target. Pesan *error* akan terlihat jika *board* belum terpasang atau alamat *port* COM belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode *biner* dari komputer ke dalam *memory* didalam papan *arduino*.(Sumber: B.Gustomo, 2015 )

Kode Program *Arduino* biasa disebut *sketch* dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau *sketch* yang sudah selesai ditulis di *Arduino* IDE bisa langsung *dicompile* dan *diupload* ke *Arduino Board*. Secara sederhana, *sketch* dalam *Arduino* dikelompokkan menjadi 3 blok (lihat gambar di bawah):



**Gambar 2.2 Tampilan Program Arduino Mega 2560**

(Sumber: Septa Ajjie, 2016 : 97)

## 1. Header

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan *library* dan pendefinisian *variable*. *Code* dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu compile. Di bawah ini contoh *code* untuk mendeklarasikan *variable led* (integer) dan sekaligus di isi dengan angka 13

```
int led = 13;
```

## 2. Setup

Di sinilah awal program *Arduino* berjalan, yaitu di saat awal, atau ketika *power on Arduino board*. Biasanya di blok ini diisi penentuan apakah suatu pin digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan perintah *pinMode*. Inisialisasi *variable* juga bisa dilakukan di blok ini

```
// the setup routine runs once when you press reset:
```

```
void setup() { // initialize the digital pin as an output.
```

```
  pinMode(led, OUTPUT); }
```

OUTPUT adalah suatu makro yang sudah didefinisikan Arduino yang berarti = 1. Jadi perintah di atas sama dengan `pinMode(led, 1);`

Suatu pin bisa difungsikan sebagai *OUTPUT* atau *INPUT*. Jika difungsikan sebagai output, dia siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika difungsikan sebagai INPUT, pin tersebut memiliki *impedance* yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirimkan kepadanya.

### 3. Loop

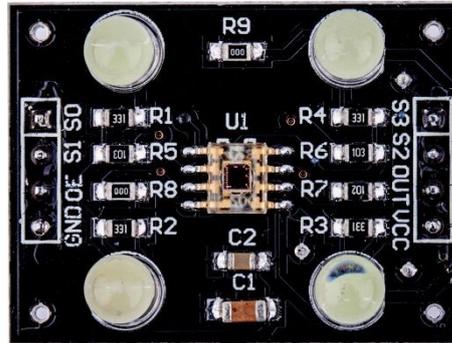
Blok ini akan dieksekusi secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang eksekusi dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol *power Arduino* di matikan. Di sinilah fungsi utama program *Arduino* kita berada.

```
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // nyalakan LED
  delay(1000); // tunggu 1000 milidetik
  digitalWrite(led, LOW); // matikan LED
  delay(1000); // tunggu 1000 milidetik }
```

Perintah *digitalWrite(pinNumber,nilai)* akan memerintahkan arduino untuk menyalakan atau mematikan tegangan di *pinNumber* tergantung nilainya. (Sumber: Septa Ajjie, 2016).

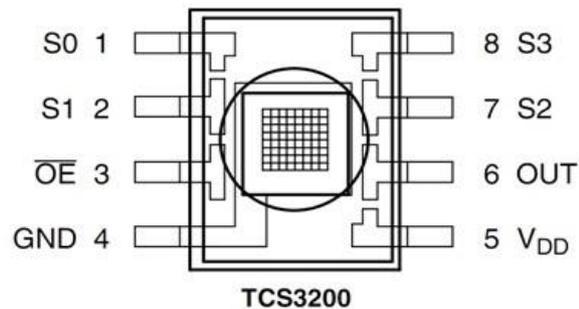
#### 2.4 Sensor Warna TCS3200

Sensor warna *TCS3200* adalah sensor pendeteksi warna yang memiliki *chip sensor Taos TCS3200* untuk mengontrol 4 LED RGB dan LED putih. *TCS3200* dapat mendeteksi dan mengukur hampir tak terbatas warna. Aplikasinya membaca *tes strip*, menyortir warna, cahaya *ambient* sensing dan kalibrasi, dan pencocokan warna. IC yang terdapat dalam sensor warna *TCS3200* berguna sebagai pengkonversi warna cahaya ke nilai frekuensi. Ada dua komponen utama pembentuk IC ini, yaitu photodiode dan pengkonversi arus ke frekuensi. Keluaran dari sensor ini sendiri berupa *output digital* yang berbentuk pulsa pulsa hasil pembacaan warna *RGB*.



**Gambar 2.3 Sensor Warna TCS 3200**

(Sumber: Sutisna, Dede dan Eko Ihsanto. 2015)



**Gambar 2.4 Pin TCS 3200**

(Sumber: Sutisna, Dede dan Eko Ihsanto. 2015)

Dalam TCS3200, converter cahaya ke frekuensi membaca sebuah array 4x6 dari photodiode, 6 photodiode mempunyai penyaring warna biru, 6 photodiode mempunyai penyaring warna hijau, 6 photodiode mempunyai penyaring warna merah, dan 6 photodiode untuk warna terang tanpa penyaring. 4 tipe warna dari photodiode telah diintegrasikan untuk meminimalkan efek ketidakseragaman dari insiden irradiance. Semua photodiode dari warna yang sama telah terhubung secara parallel. Pin S2 dan S3 digunakan untuk memilih grup dari photodiode (merah, hijau, biru, jernih) yang telah aktif.

Berikut ini adalah Spesifikasi sensor warna TCS3200.

- Tegangan kerja (2.7V ke 5.5V)
- Dimensi : 28.4x28.4mm
- Dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui :

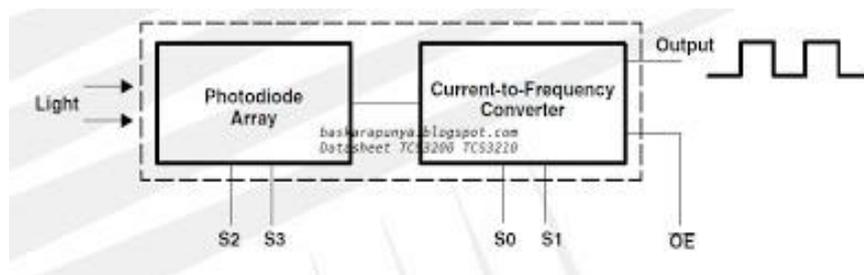
Pin S0 - S1 : Pin untuk seleksi *input frekuensi output*

Pin S2 - S3 : *Input sensor photodiode*

Pin OUT : *frekuensi output*

Pin OE : *enable pin output (aktif low)*.

- Konversi Tinggi Resolusi Intensitas Cahaya ke Frekuensi
- Warna Diprogram dan Full Skala Frekuensi Keluaran
- Mempunyai Power Down Fitur
- Kesalahan Nonlinier Biasanya 0,2% pada 50 kHz
- Stabil 200 ppm / ° C Koefisien Suhu
- Bebas Timbal (Pb) dan RoHS (Sumber: Sutisna, Dede dan Eko Ihsanto. 2015)



**Gambar 2.5 Blok Diagram Fungsional**

(Sumber : Baskara. 2013)

**Tabel 2.2 Fungsi Pin TCS 3200**

Nama	No	I/O	Description
GND	4		Ground
OE	3	I	Enable for active low
OUT	6	O	Output frekuensi
S0, S1	1,2	I	Output Frekuensi scaling selection input
S2, S3	7,8	I	Photodiode type selection input
VDD	5		Supply voltage

(Sumber : ams Datasheet. 2013. v1-00)

Pada prinsipnya pembacaan warna pada TCS 3200 dilakukan secara bertahap yaitu membaca frekuensi warna dasar secara simultan dengan cara memfilter pada tiap tiap warna dasar. Untuk itu diperlukan sebuah pengaturan atau pemrograman untuk memfilter tiap-tiap warna tersebut.

Berikut tabel pengaturan pemfilteran warna yang terdapat pada *TCS3200* :

**Tabel 2.3 Pengaturan Pemfilteran Warna Pada *TCS3200***

S0	S1	Output Frequency Scaling ( $f_0$ )	S2	S3	Photodiode Type
L	L	Power down	L	L	Red
L	H	2%	L	H	Blue
H	L	20%	H	L	Clear (no filter)
H	H	100%	H	H	Green

(Sumber : ams Datasheet. 2013. v1-00)

Untuk *TCS3200*, ketika memilih filter warna, dapat memungkinkan hanya satu warna tertentu untuk melewati dan mencegah warna lain. Misalnya, ketika memilih filter merah, Hanya cahaya insiden merah bisa melalui, biru dan hijau akan dicegah. Jadi kita bisa mendapatkan intensitas cahaya merah. Demikian pula, ketika memilih filter lain kita bisa mendapatkan cahaya biru atau hijau. Sensor warna *TCS3200* memiliki empat jenis dioda. Merah, biru, hijau dan jelas, mengurangi amplitudo keseragaman cahaya insiden sangat, sehingga untuk meningkatkan akurasi dan menyederhanakan optik. Ketika proyek cahaya ke *TCS3200* dapat memilih berbagai jenis dioda oleh kombinasi yang berbeda dari S2 dan S3.

Dan output frekuensi gelombang persegi yang berbeda (menempati emptiescompared 50%), warna yang berbeda dan intensitas cahaya sesuai dengan frekuensi yang berbeda dari gelombang persegi. Ada hubungan antara output dan intensitas cahaya. Kisaran frekuensi output khas adalah 2HZ ~ 500kHz. Sehingga bisa mendapatkan faktor skala yang berbeda dengan kombinasi yang berbeda dari S0 dan S1 (Sumber: Sutisna, Dede dan Eko Ihsanto. 2015)

## 2.5 Motor Servo

Motor Servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output motor*. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. (Sumber: Sujarwata. 2013. Vol 5)

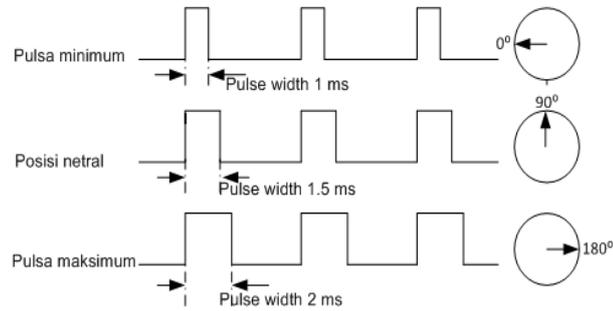


**Gambar 2.6 Motor Servo**

(Sumber: Sujarwata. 2013. Vol 5)

### 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  $90^{\circ}$ . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi  $0^{\circ}$  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 2.7 Pensinyalan motor servo**

(Sumber: Sujarwata. 2013. Vol 5)

## 2.6 Adaptor

Adaptor adalah sebuah rangkaian elektronika yang dapat mengubah tegangan AC menjadi DC. Rangkaian ini adalah alternatif pengganti dari sumber tegangan DC, misalnya batu baterai dan accumulator. Keuntungan dari adaptor dibanding dengan batu baterai atau accumulator adalah sangat praktis berhubungan dengan ketersediaan tegangan karena adaptor dapat di ambil dari sumber tegangan AC yang ada di rumah, di mana pada jaman sekarang ini setiap rumah sudah menggunakan listrik. Selain itu, adaptor mempunyai jangka waktu yang tidak terbatas asal ada tegangan AC.



**Gambar 2.8 Adaptor 12V 2A**

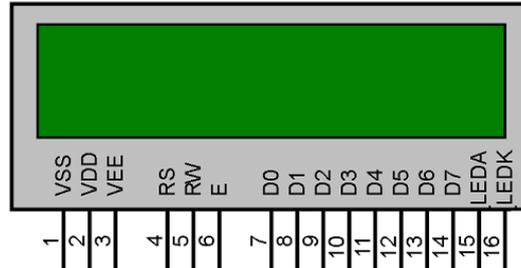
(Sumber: Adaptoruniversal. 2013 )

## 2.7 LCD (Liquid Crystal Display)

*LCD (Liquid Crystal Display)* adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan *kristal* cair sebagai penampil utama. *LCD* sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti *televisi*, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada *postingan* aplikasi *LCD* yang dugunakan ialah *LCD dot* matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. *LCD* sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. (Sumber: Vishay. 2012)

Adapun fitur yang disajikan dalam *LCD* ini adalah :

- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- Terdapat karakter generator terprogram.
- Dapat dialamati dengan *mode 4-bit dan 8-bit*.
- Dilengkapi dengan back light.



**Gambar 2.9 Bentuk Fisik LCD 16 x 2**

(Sumber: CircuitDigest. 2017)

**Tabel 2.4 Spesifikasi Kaki LCD 16 x 2**

Pin No.	Pin Name	Pin Type	Pin Description	Pin Connection
1	Ground	Source Pin	This is a ground pin of LCD	Connected to the ground of the MCU/ Power source
2	VCC	Source Pin	This is the supply voltage pin of LCD	Connected to the supply pin of Power source
3	V0/VEE	Control Pin	Adjusts the contrast of the LCD.	Connected to a variable POT that can source 0-5V
4	Register	Control Pin	Toggles between	Connected to a MCU pin

	Select		Command/Data Register	and gets either 0 or 1. 0 -> Command Mode 1-> Data Mode
5	Read/Write	Control Pin	Toggles the LCD between Read/Write Operation	Connected to a MCU pin and gets either 0 or 1. 0 -> Write Operation 1-> Read Operation
6	Enable	Control Pin	Must be held high to perform Read/Write Operation	Connected to MCU and always held high.
7-14	Data Bits (0-7)	Data/Command Pin	Pins used to send Command or data to the LCD.	<u>In 4-Wire Mode</u>  Only 4 pins (0-3) is connected to MCU  <u>In 8-Wire Mode</u>  All 8 pins(0-7) are connected to MCU
15	LED Positive	LED Pin	Normal LED like operation to illuminate the LCD	Connected to +5V
16	LED Negative	LED Pin	Normal LED like operation to illuminate the LCD connected with GND.	Connected to ground

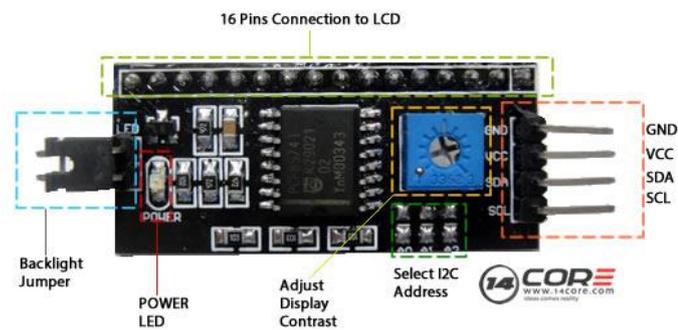
(Sumber : CircuitDigest. 2017)

## 2.8 I2C module on 16×2 LCD

Pada modul I2C ini dapat mengendalikan LCD dengan mudah menggunakan 2 kabel yang terhubung ke papan Arduino Anda melalui input SDA dan SCL melihat ilustrasi di bawah ini untuk menemukan pin yang benar di mana dapat menghubungkan modul I2C.

## 1. Diagram Modul I2C

Di sisi kiri modul kita memiliki 4 pin, dan dua adalah tegangan dan ground, dan dua lainnya adalah I2C (SDA / dan SCL). Papan memiliki pot tripper untuk mengatur kontras LCD, dan jumper terletak di sisi berlawanan dari lampu belakang yang dikendalikan oleh program atau tetap tidak aktif.



**Gambar 2.10 Wiring I2C Module Lcd 16x2**

(Sumber : <http://www.14core.com/wiring-i2c-module-on-16x2-lcd-with-scl/sda/>)

## 2. Alamat I2C

Secara default, modul ini dikonfigurasi dengan alamat 0x27, namun dapat diubah dengan menggunakan pin alamat A0, A1 dan A2 yang terletak di papan modul I2C, seperti tabel di bawah ini.

**Tabel 2.5 Konfigurasi Pin I2C Module**

I2C ADDRESS	A0	A1	A2
0X20	0	0	0
0X21	1	0	0
0X22	0	1	0
0X23	1	1	0

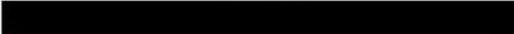
(Sumber : <http://www.14core.com/wiring-i2c-module-on-16x2-lcd-with-scl/sda/>)

## 2.9 Spektrum Warna

Spektrum kasat mata adalah bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik tepatnya merupakan bagian dari spektrum optik mata normal manusia akan dapat mendeteksi panjang gelombang dari 400 sampai 700 nm, meskipun beberapa orang dapat menerima panjang gelombang dari 380 sampai 780 nm (atau dalam frekuensi 790-400 terahertz). Mata yang telah beradaptasi dengan cahaya biasanya memiliki sensitivitas maksimum di sekitar 555 nm, di wilayah hijau dari spektrum optik. Warna pencampuran seperti pink atau ungu, tidak terdapat dalam spektrum ini karena warna-warna tersebut hanya akan didapatkan dengan mencampurkan beberapa panjang gelombang.

Panjang gelombang yang kasat mata didefinisikan oleh jangkauan spektral jendela optik, wilayah spektrum elektromagnetik yang melewati atmosfer Bumi hampir tanpa mengalami pengurangan intensitas atau sangat sedikit sekali (meskipun cahaya biru dipancarkan lebih banyak dari cahaya merah, salah satu alasan mengapa langit berwarna biru). Dikatakan jendela optik karena manusia tidak bisa menjangkau wilayah di luar spektrum optik. Inframerah terletak sedikit di luar jendela optik, namun tidak dapat dilihat oleh mata manusia. RGB adalah suatu model warna yang terdiri atas 3 buah warna: merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue), yang ditambahkan dengan berbagai cara untuk menghasilkan bermacam-macam warna. (Sumber: Sutisna, Dede dan Eko Ihsanto. 2015)

**Tabel 2.6 Nilai RGB Spektrum Warna**

Warna	Warna HEX	Warna RGB
	# 000000	rgb (0,0,0)
	# FF0000	rgb (255,0,0)
	# 00FF00	rgb (0,255,0)
	# 0000FF	rgb (0,0,255)
	# FFFF00	rgb (255,255,0)
	# 00FFFF	rgb (0,255,255)
	# FF00FF	rgb (255,0,255)
	# C0C0C0	rgb (192,192,192)
	# FFFFFFFF	rgb (255,255,255)

(Sumber: Sutisna, Dede dan Eko Ihsanto. 2015)

### 2.10 Printer Canon MP287

Canon Pixma MP287 adalah printer multi fungsi keluaran vendor canon, dikatakan multifungsi karena memiliki fitur/ fasilitas yang memadai, diantara printer ini dapat digunakan untuk scan, print, dan photocopy. Dibandingkan kita harus membeli scanner, printer, dan mesin photocopy pastinya akan mengeluarkan biaya yang mahal.

Printer Canon MP287 disini digunakan sebagai alat penyortir agar uang dapat dikeluarkan satu persatu secara otomatis dengan menggunakan sistem dari salah satu fungsi printer tersebut yaitu pada bagian sistem photocopynya.



**Gambar 2.11 Printer Pixma MP287**

(Sumber: CanonIndonesia. 2011)

**Tabel 2.7** Spesifikasi Fotocopy dari canon pixma mp287

<b>Salin</b>		
Ukuran Maksimum Dokumen	A4 / LTR (216 x 297mm)	
Media yang Kompatibel	Ukuran:	A4 / A5 / B5 / LTR / 4 x 6" / 5 x 7"
	Tipe:	Kertas Polos Kertas Foto Plus Glossy II (PP-201) Kertas Foto Plus Semi-gloss (SG-201) Kertas Foto Glossy "Penggunaan Sehari-hari" (GP-601)

Kualitas Gambar	Kertas Polos:	Cepat, Standar
	Kertas lain:	Tetap
Kecepatan Salin* <sup>7</sup> Berdasarkan ISO / IEC 24735 Annex D.	Dokumen: Berwarna: FCOT: Kertas Polos:	Sekitar 37 detik
	Dokumen: Berwarna: Penyalinan Bersambungan: Kertas Polos:	2.6cpm
Fit-to-page	Tersedia	
Salin Beberapa	Hitam / Berwarna:	20 halaman Maks.