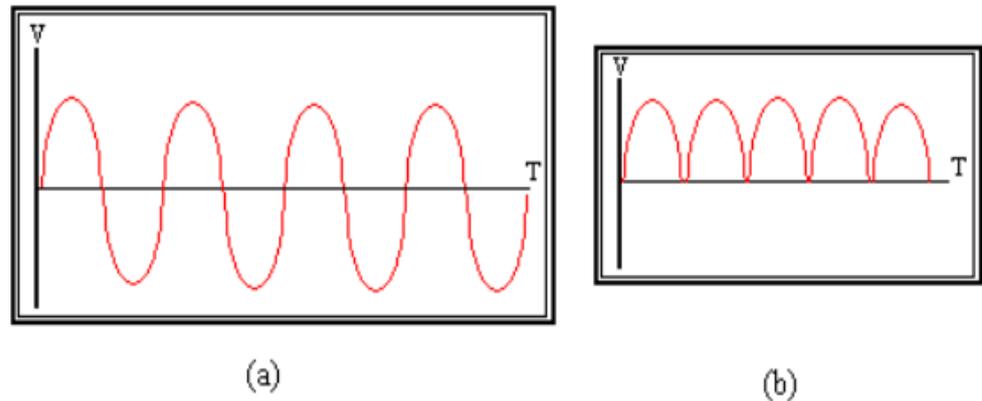


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Catu Daya

Catu daya merupakan suatu rangkaian yang paling penting bagi sistem elektronika. Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC (*Alternatif Current*) dan sumber DC (*Direct Current*). Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak – balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah. Bila dilihat dengan osiloskop seperti berikut :



**Gambar 2.1** Bentuk Tegangan AC (a) dan Tegangan DC (b) pada Osiloskop

(Sumber : [www.Academia.Edu/4523553/pembahasan\\_power\\_supply](http://www.Academia.Edu/4523553/pembahasan_power_supply))

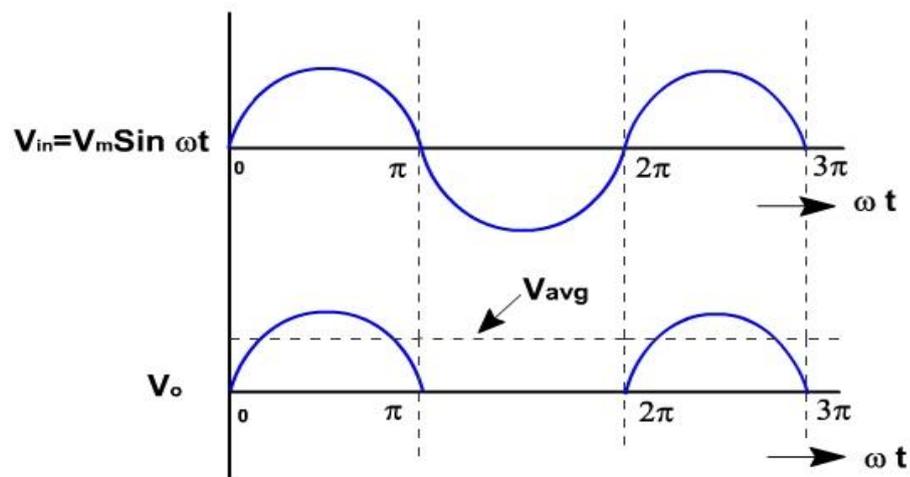
Pada gambar 2.1 bila diamati sumber tegangan AC berayun sewaktu-waktu pada kutub positif dan sewaktu-waktu pada kutub negatif, sedangkan sumber AC selalu pada satu kutub saja, positif saja atau negatif saja, dari sumber AC dapat disearahkan menjadi sumber DC dengan menggunakan rangkaian penyearah yang dibentuk dari dioda. Berikut ini adalah jenis-jenis penyearah : <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Sumber : [www.Academia.Edu/4523553/pembahasan\\_power\\_supply](http://www.Academia.Edu/4523553/pembahasan_power_supply)

### 1. Penyearah setengah gelombang (*Half Wave Rectifier*)

Penyearah setengah gelombang (*Half Wave Rectifier*) hanya menggunakan 1 buah dioda sebagai komponen utama dalam menyearahkan gelombang AC. Prinsip kerja dari penyearah setengah gelombang ini adalah mengambil sisi sinyal positif dari gelombang AC dari transformator. Pada saat transformator memberikan *Output* sisi positif dari gelombang AC maka dioda dalam keadaan *Forward* bias sehingga sisi positif dari gelombang AC tersebut dilewatkan dan pada saat transformator memberikan sinyal sisi negatif gelombang AC maka dioda dalam posisi *Reverse* bias, sehingga sinyal sisi negatif tegangan AC tersebut ditahan atau tidak dilewatkan seperti terlihat pada gambar 2.2 sinyal *Output* penyearah setengah gelombang berikut.



**Gambar 2.2** Sinyal *Output* Penyearah Setengah Gelombang

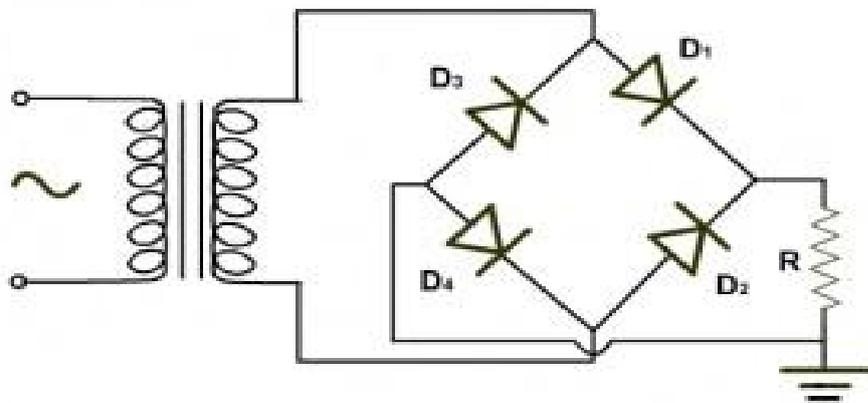
(Sumber : [www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/](http://www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/))

Formulasi yang digunakan pada penyearah setengah gelombang sebagai berikut.

$$V_{avg} = \frac{V_m}{\pi R}$$

#### 1. Penyearah Gelombang Penuh (*Full Wave Rectifier*)

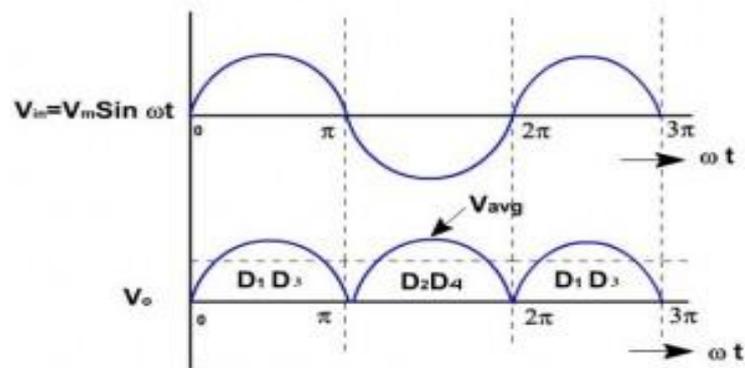
Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 2 macam yaitu, menggunakan 4 dioda dan 2 dioda. Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda menggunakan transformator non-CT seperti terlihat pada gambar 2.3 berikut :



**Gambar 2.3** Penyearah Gelombang Penuh Menggunakan 4 Dioda

(Sumber : [www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/](http://www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/))

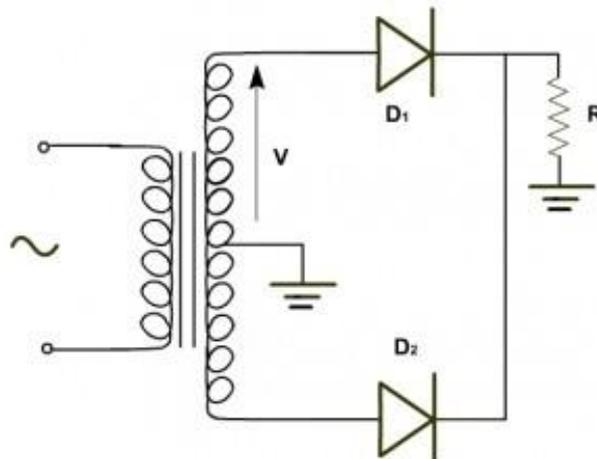
Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda dimulai pada saat *Output* transformator memberikan *Level* tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi *forward* bias dan D2, D3 pada posisi *Reverse* bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat *Output* transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi *Forward* bias dan D1, D2 pada posisi *Reverse* bias sehingga *Level* tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik *Output* pada gambar 2.4 berikut.



**Gambar 2.4** Sinyal *Output* Penyearah 4 Dioda

(Sumber : [www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/](http://www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/))

Penyearah gelombang dengan 2 diode menggunakan transformator dengan CT (*Center Tap*). Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 2 diode dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut :

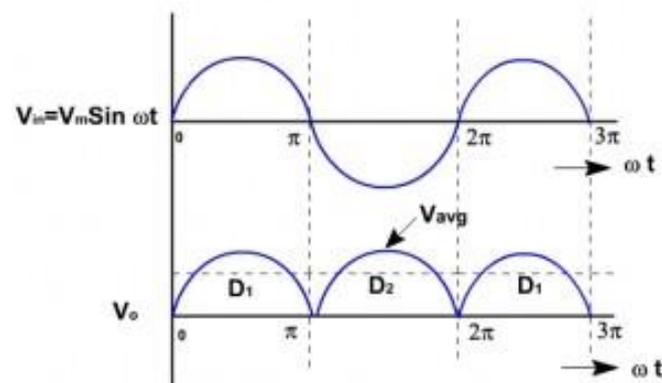


**Gambar 2.5** Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Menggunakan 2 Dioda

(Sumber : [www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/](http://www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/))

Prinsip kerja rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 2 dioda ini dapat bekerja karena menggunakan transformator dengan CT. Transformator

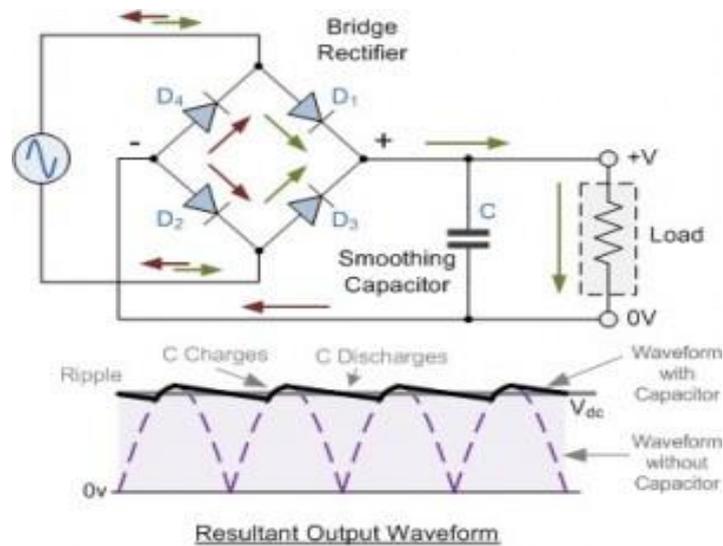
dengan CT seperti pada gambar diatas dapat memberikan *Output* tegangan AC pada kedua terminal *Output* sekunder terhadap terminal CT dengan *Level* tegangan yang berbeda fasa  $180^\circ$ . Pada saat terminal *Output* transformator pada D1 memberikan sinyal puncak positif maka terminal *Output* pada D2 memberikan sinyal puncak negatif, pada kondisi ini D1 pada posisi *Forward* dan D2 pada posisi *Reverse*. Sehingga sisi puncak positif dilewatkan melalui D1. Kemudian pada saat terminal *Output* transformator pada D1 memberikan sinyal puncak negatif maka terminal *Output* pada D2 memberikan sinyal puncak positif, pada kondisi ini D1 posisi *Reverse* dan D2 pada posisi *Forward*. Sehingga sinyal puncak positif dilewatkan melalui D2. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.6 *Output* penyearah gelombang penuh berikut.



**Gambar 2.6** Sinyal *Output* Penyearah Gelombang Penuh

(Sumber : [www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/](http://www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/))

Penyearah dilengkapi *Filter* kapasitor agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang filter kapasitor pada bagian *Output* rangkaian penyearah seperti terlihat pada gambar 2.7 berikut.



**Gambar 2.7** Rangkaian Penyearah Menggunakan Kapasitor dan Sinyal *Output* yang dihasilkan

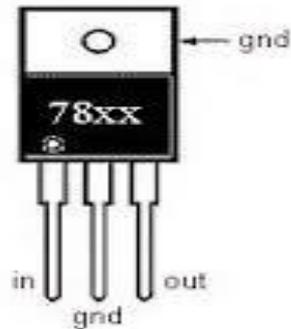
(Sumber : [www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/](http://www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/))

Fungsi kapasitor pada rangkaian diatas untuk menekan *Ripple* yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang *Filter* kapasitor maka *Output* dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC (*Direct Current*).<sup>2</sup>

Tegangan DC juga dapat diperoleh dari batere. Dengan penggunaan batere ditawarkan sumber tegangan DC yang stabil dan *portable* namun dapat habis tergantung kapasitas batere tersebut. Tegangan yang tersedia dari suatu sumber tegangan yang ada biasanya tidak sesuai dengan kebutuhan. Untuk itu diperlukan suatu regulator tegangan yang berfungsi untuk menjaga agar tegangan bernilai konstan pada nilai tertentu. Regulator tegangan ini biasanya berupa IC dengan kode 78xx atau 79xx. Untuk seri 78xx digunakan untuk regulator tegangan DC positif, sedangkan 79xx digunakan untuk regulator DC negatif. Nilai xx menandakan tegangan yang akan diregulasikan. Misalnya

<sup>2</sup> [www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/](http://www.elektronika-dasar.web.id/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/)

kebutuhan sistem adalah positif 5 volt, maka regulator yang digunakan adalah 7805. IC regulator ini biasanya terdiri dari tiga pin yaitu *Input*, *Ground* dan *Output*. Dalam menggunakan IC ini tegangan input harus lebih besar beberapa persen (tergantung pada *datasheet*) dari tegangan yang akan diregulasikan. Berikut adalah gambar 2.8 bentuk dari IC 7805



**Gambar 2.8** Bentuk Fisik Regulator LM7805T

(Sumber : [www.digilib.polsri.ac.id/files/disk1/90/ssptpolsri-gdl-choirulanw-4468-3-babii.pdf](http://www.digilib.polsri.ac.id/files/disk1/90/ssptpolsri-gdl-choirulanw-4468-3-babii.pdf))

Berikut ini adalah komponen utama dan pendukung catu daya :

#### 1. Trafo (Penurun Tegangan)

Trafo atau transformator merupakan komponen utama dalam membuat rangkaian catudaya yang berfungsi untuk mengubah tegangan listrik. Trafo dapat menaikkan dan menurunkan tegangan.

Berdasarkan tegangan yang dikeluarkan dari lilitan sekunder dibagi menjadi 2 yaitu :

- Trafo *Step Up* (penaik tegangan) apabila tegangan lilitan sekunder yang kita butuhkan lebih tinggi dari tegangan primer (jala listrik).
- Trafo *Step Down* (penurun tegangan) apabila tegangan lilitan sekunder yang kita butuhkan lebih rendah dari tegangan primer (jala listrik).

Berdasarkan pemasangan gulungannya, trafo dikenal 2 macam trafo yaitu Trafo tanpa *Center Tap* (CT) dan Trafo dengan *Center Tap* (CT)

## 2. Dioda *Rectifier* (Penyearah)

Peranan *Rectifier* dalam rangkaian catu daya adalah untuk mengubah tegangan listrik AC yang berasal dari trafo *Step Down* atau trafo adaptor menjadi tegangan listrik arus searah DC.

## 3. *Filter* (Penyaring)

Penyaring atau filter merupakan bagian yang terdiri dari kapasitor yang berfungsi sebagai penyaring atau meratakan tegangan listrik yang berasal dari rectifier. Selain menggunakan *Filter* juga menggunakan resistor sebagai tahanan.

## 4. Stabilizer dan Regulator

Stabilizer dan regulator adalah bagian yang terdiri dari komponen dioda zener, transistor, komponen IC atau kombinasi dari ketiga komponen tersebut. Komponen ini berfungsi sebagai penstabil dan pengatur tegangan (regulator) yang berasal dari rangkaian penyaring.<sup>3</sup>

### 2.2 ***Liquid Crystal Display Thin Film Transistor (LCD TFT)***

Arduino 3.2 TFT *Touch* adalah suatu papan desain yang cocok untuk semua arduino. TFT 3.2 akan bekerja apabila diberi tegangan 3.3 V. LCD TFT ini dapat langsung dipasang pada Arduino mega dan *board* lainnya. LCD TFT Sdapat disentuh dan memiliki memori.

---

<sup>3</sup>Sumber : [www.Academia.Edu/4523553/pembahasan\\_power\\_supply](http://www.Academia.Edu/4523553/pembahasan_power_supply)



**Gambar 2.9** LCD TFT

(Sumber : <https://www.robotshop.com/media/files/pdf/3.2-tft-lcd-touch-shield-shd032.pdf>)

Adapun berikut ini adalah tabel 2.1 spesifikasi dari LCD TFT adalah

**Tabel 2.1** Spesifikasi dari LCD TFT

Ukuran PCB	79,3 mm x 57,5 mm x 1,6 mm
Indikator	-
Komunikasi Protokol	-
Power Supply	Terhubung dengan Arduino Mega
RoHS	Ya

### 2.2.1 *Driver* TFT SSD1289

*Driver* TFT SSD1289 merupakan *Driver* yang mencakup semua dalam satu yang terintegrasi RAM, sirkuit listrik, *Driver* gerbang dan *Driver* sumber ke dalam *Chip* tunggal. Hal ini dapat menghasilkan warna 262k a-TFT panel dengan resolusi 240 x 320 RGB.

Selain itu juga terintegrasi dengan fungsi pengontrol dan terdiri dari 172.800 *byte* (240 x 320 x 18/8) *Graphic Display Data RAM* (GDDRAM) sedemikian rupa sehingga dihubungkan dengan *Common MCU* melalui 8/9/16/18-bit 6800-series /8080-seri kompatibel antarmuka Paralel atau Serial Interface dan data disimpan dalam GDDRAM tersebut. Memiliki 18-bit antarmuka video (VSYNC, Hsync, DOTCLK, ENABLE) diintegrasikan ke SSD1289 untuk display gambar animasi.

SSD1289 menyimpan DC-DC *Converter* dan Tegangan generator untuk menghasilkan tegangan yang diperlukan oleh *Driver* dengan komponen eksternal yang minimum. Sebuah *Common Voltage Generation Circuit* salah satu yang termasuk untuk mendorong TFT-display counter elektroda. *Sirkuit Gamma Integrated Control* juga termasuk yang dapat disesuaikan dengan perintah software untuk memberikan fleksibilitas maksimum dan kualitas tampilan optimal.

SSD1289 dapat dioperasikan ke 1.16V dan memberikan daya yang berbeda untuk mode Hemat. Sangat cocok untuk setiap aplikasi baterai-driven portabel yang membutuhkan operasi periode panjang dengan ukuran yang padu atau tersusun rapat.

Berikut ini adalah fitur dari Driver SSD1289 TFT :

- Power Supply: VDD = 1,65 V - 1.95V (non-regulated masukan untuk logika)
- VDDIO = 1.4 V - 3.6V (regulated masukan untuk logika)
- VCI = 2.5V - 3.6V (power supply untuk rangkaian analog internal)
- Maksimum Gerbang *Driving* Tegangan *Output* : 30V p-p.
- Sumber *Driving* Tegangan *Output* : 0-5V.
- Mode tidur Arus rendah dan display 8-warna untuk penghematan daya.
- Ukuran Layar : 240 x 320 RGB.
- Dukungan Warna Tampilan : 262k warna a-TFT *Display* 8/9/16/18-bit 6800-series/8080-series Antarmuka Paralel, *Serial Peripheral Interface*.
- 18-bit RGB-Interface untuk menampilkan animasi (VSYNC, Hsync, DOTCLK, DEN, dan D0-17).
- *On-Chip* 172.800 bytes (240x320x18 / 8) Tampilan Grafis data RAM
- RAM berfungsi untuk sinkronisasi *Write*.
- Mendukung pembalikan Baris dan *Frame*.
- Pemilihan *Software* pada pusat layar *Scrolling*, atas layar *Scrolling*, bawah layar *Scrolling* dan seluruh layar *Scrolling*.

- Sumber dan Gerbang kontrol arah pemindaian.
- *On-Chip Voltage* Generator.
- *On-Chip DC-DC Converter* hingga 6x / -6x.
- *Programmable Gamma Correction Curve*.
- *Non-Volatile Memory* (OTP) untuk kalibrasi VCOM.
- Programmable umum Elektroda amplitudo tegangan dan level untuk Cs pada *Common* struktur.<sup>4</sup>

### 2.3 *Switch Push Button*

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



**Gambar 2.10** *Switch Push Button*

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

Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung berhubungan dengan operator, *push button switch* menjadi *device* paling utama yang biasa digunakan

<sup>4</sup> [www.robotshop.com/media/files/pdf/3.2-tft-lcd-touch-shield-shd032.pdf](http://www.robotshop.com/media/files/pdf/3.2-tft-lcd-touch-shield-shd032.pdf)

untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian On dan Off.

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

- NO (*Normally Open*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (*Close*) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem circuit (*Push Button ON*).
- NC (*Normally Close*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar *push button* ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (*Open*), sehingga memutuskan aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem *circuit* (*Push Button Off*).<sup>5</sup>

## 2.4 Photodiode

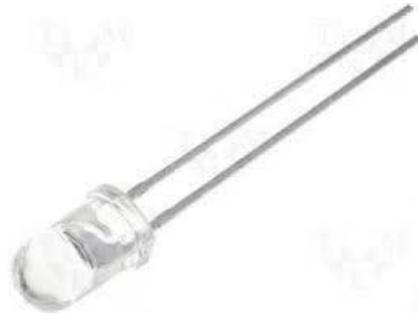
Photodiode adalah jenis diode yang resistansinya akan berubah-ubah apabila terkena sinar yang dikirim oleh transmitter LED. Resistansi dari photodiode dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterimanya, semakin banyak cahaya yang diterima maka semakin kecil resistansi dari photodiode dan begitupula sebaliknya jika semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima oleh sensor photodiode maka semakin besar nilai resistansinya

Pada dasarnya sensor photodiode sama seperti LDR, yaitu mengubah besaran cahaya yang diterima sensor menjadi perubahan konduktansi (kemampuan benda menghantarkan arus listrik dari suatu bahan).<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Supri, Anto. Pengertian Push Butto Switch (Saklar Tombol Tekan). Semarang : Universitas Negeri Semarang

<sup>6</sup> Pratama, Yoda Peruta. 2015. *Aplikasi Sensor Photodiode sebagai Input Penggerak Motor pada Coconut Milk Auto Machine*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.

Gambar 2.11. merupakan bentuk fisik sensor photodioda



**Gambar 2.11** Sensor Photodioda

(Sumber : <http://digilib.polsri.ac.id/files/disk1/117/ssptpolsri-gdl-fitriasm-5808-3-babiil-i.pdf>)

Photodioda merupakan sensor cahaya semikonduktor yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Photodioda merupakan sebuah dioda dengan sambungan p-n yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya. Cahaya yang dapat dideteksi oleh photodioda ini mulai dari cahaya inframerah, cahaya tampak, ultra ungu hingga sinar X.

Photodioda terbuat dari semikonduktor p-n *junction* maka cahaya yang diserap oleh photodioda akan menyebabkan terjadinya pergeseran foton yang akan menghasilkan pasangan elektron-hole di kedua sisi dari sambungan. Ketika elektron yang dihasilkan masuk ke pita konduksi maka elektron-elektron itu akan mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan *hole* yang dihasilkan mengalir ke arah negatif tegangan sehingga arus akan mengalir di dalam rangkaian. Besar pasangan hole dan elektron yang dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas cahaya yang diserap oleh photodioda.<sup>7</sup>

## 2.5 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *Single Board* yang bersifat *Open Source*, diturunkan dari *Wiring Platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang *Hardware*-nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *Software*-nya memiliki pemrogram sendiri.

<sup>7</sup> <http://digilib.polsri.ac.id/files/disk1/117/ssptpolsri-gdl-fitriasm-5808-3-babiil-i.pdf>

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.<sup>8</sup>

Arduino adalah suatu perangkat prototipe elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *Open Source*, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan. Perangkat ini ditujukan bagi siapapun yang tertarik atau memanfaatkan mikrokontroler secara praktis dan mudah. Bagi pemula dengan menggunakan *Board* ini akan mudah mempelajari pengendalian dengan mikrokontroler, bagi desainer pengontrol menjadi lebih mudah dalam membuat prototipe ataupun implementasi, demikian juga bagi para hobi yang mengembangkan mikrokontroler. Arduino dapat digunakan ‘mendeteksi’ lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor (misal : cahaya, suhu, inframerah, ultrasonik, jarak, tekanan, kelembaban) dan dapat ‘mengendalikan’ peralatan sekitarnya (misal : lampu, berbagai jenis motor dan aktuator lainnya).

Di pasaran banyak model *Board* Arduino, karena bersifat *Open Source* maka banyak *Vendor* yang membuat dan menjual variannya baik yang *Official* maupun yang *Unofficial*. Berikut ini beberapa contoh *Board* Arduino yang *Official* : Arduino UNO, Duemilanove, Leonardo, Nano, Mega 2560/Mega ADK, Mega (Atmega 1280), Esplora, Micro, Mini, NG/older dan lain-lain.

Kelebihan-kelebihan dari *board* arduino diantaranya adalah :

- Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya memiliki *bootloader* yang akan menangani program yang di-*upload* dari komputer.
- Bahasa pemrogramannya relatif mudah (bahasa C) dan *software* arduino mudah dioperasikan karena berbentuk GUI (*Graphical User Interface*), IDE (*Interface Development Environment*), memiliki *library* yang cukup lengkap serta gratis dan *open source*.

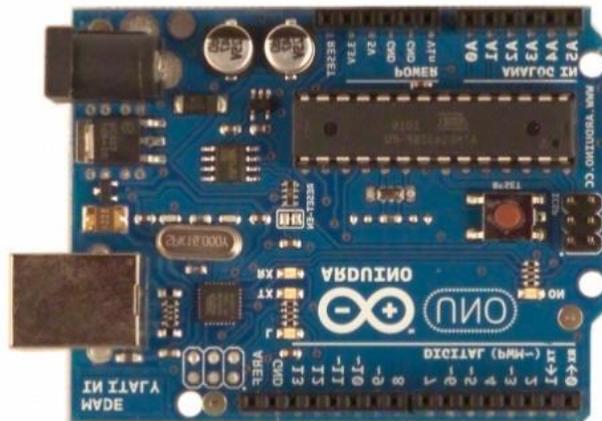
---

<sup>8</sup> <https://id.wikipedia.org/wiki/Arduino>

- Komunikasi serial dan komunikasi untuk *upload* program menggunakan jalur yang sama yaitu melalui jalur USB jadi membutuhkan sedikit kabel.<sup>9</sup>

### 2.5.1 Sejarah Arduino

Modul *Hardware* Arduino diciptakan oleh Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David A. Mellis dan Nicholas Zambetti di Ivrea, Italia pada tahun 2005. Bahasa Arduino merupakan *Fork* (turunan) bahasa *Wiring Platform* dan bahasa *Processing*. *Wiring Platform* diciptakan oleh Hernando Barragan di tahun 2003 dan *Processing* dibuat oleh Casey Reas dan Benjamin Fry pada tahun 2001. Arduino memakai standar lisensi *Open Source*, mencakup *Hardware* (skema rangkaian, desain PCB), *Firmware Bootloader*, dokumen dan perangkat lunak IDE (*Integrated Development Environment*) sebagai aplikasi programmer *Board* Arduino. Bahasa Arduino merupakan pengembangan dari bahasa pemrograman *Wiring Platform* dengan struktur bahasa yang lebih sederhana dari bahasa C.<sup>10</sup>



**Gambar 2.12** Arduino

(Sumber : Istiyanto, Jazi Eko. 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android*. Yogyakarta : Penerbit Andi.)

<sup>9</sup> Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. 2016. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung : Informatika Bandung.

<sup>10</sup> Istiyanto, Jazi Eko. 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Tujuan awal yaitu untuk membantu para siswa membuat perangkat desain dan interaksi dengan harga yang murah dibandingkan dengan perangkat lain yang tersedia pada saat itu, seperti *BASIC Stamp* yang harganya cukup mahal bagi pelajar saat itu. Arduino berasal dari bahasa Italia yang berarti teman yang berani. Pada bulan Mei 2011, Arduino sudah terjual lebih dari 300.000 unit. Arduino saat ini sudah menjadi salah satu *Platform OSHW (Open Source Hardware)*.

Arduino adalah sebuah mikrokontroler yang bersifat *Open Source*, dimana desain skematik dan PCB bersifat *Open Source*, sehingga kita dapat menggunakannya maupun melakukan modifikasi. *Board* Arduino menggunakan *Chip /C* mikrokontroler Atmel AVR, misalnya : Arduino NG Or Older w/ATmega8 (Severino), Arduino Duemilanove Or Nano w/ATmega328, Arduino Uno, Arduino Mega2560, dan lain-lain.

*Software* untuk membuat, mengkompilasi dan meng-*upload* program yaitu Arduino IDE atau disebut juga Arduino *Software* yang juga bersifat *Open Source*. *Software* ini dapat diunduh pada situs <http://www.Arduino.cc>. Arduino IDE (Arduino *Software*) menghasilkan *File Hex* dari baris kode intruksi program yang menggunakan bahasa C yang dinamakan *Sketch* setelah dilakukan *Compile* dengan perintah *Verity/Compile*.

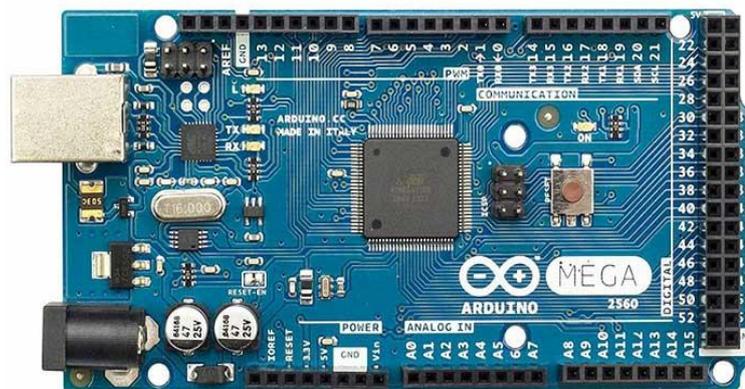
*Bootloader Chip/IC* pada Arduino *Board* telah diisi oleh program yang dinamakan Arduino *Bootloader*, yang memungkinkan kita meng-*upload Code* program tanpa menggunakan *Hardware* tambahan (tanpa menggunakan *Programmer* dari luar, seperti : AVR-ISP, STK500, *Parallel Programmer* , *usb Programmer*). *Bootloader* akan aktif selama beberapa detik ketika *Board* mengalami *Reset*.

Hasil kompilasi Arduino *Software* dapat dipergunakan dan dijalankan tidak hanya pada Arduino *Board* tetapi juga dapat dijalankan di sistem mikrokontroler AVR yang sesuai bahkan tanpa *Bootloader*. Jika tidak digunakan *Bootloader*, berarti semakin besar program yang dapat dimasukkan ke *Flash* memori mikrokontroler, karena *Flash* memori hanya digunakan untuk program aplikasi. Selain itu, juga dapat menghindari *Delay* ketika *Board* mengalami *Reset*

yang diakibatkan oleh menjalankan program yang ada pada *Bootloader*. Tetapi, untuk memasukkan program atau melakukan *Burn Sketches*, harus digunakan *Programmer External* seperti AVR-ISP, STK500, *Parallel Programmer*, *usb Programmer (USBasp)*.<sup>11</sup>

### 2.5.2 Arduino Mega2560

Arduino Mega2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler 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 Mega2560 dilengkapi dengan sebuah *Oscillator* 16 Mhz, sebuah *Port* USB, *Power* jack DC, *ICSP Header*, dan tombol *Reset*. Setiap isi dari Arduino Mega2560 membutuhkan dukungan mikrokontroler, koneksi mudah antara Arduino Mega2560 ke komputer dengan sebuah kabel atau daya dengan AC to DC adaptor atau baterai untuk memulai. Pada gambar 2.10 merupakan gambar Arduino Mega2560.



**Gambar 2.13** Arduino Mega2560

(Sumber : [www.arduino.cc/en/main/ArduinoBoardMega2560](http://www.arduino.cc/en/main/ArduinoBoardMega2560))

<sup>11</sup> Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. 2016. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika Bandung.

Arduino Mega 2560 berbeda dari semua papan sebelumnya dalam hal itu tidak menggunakan FTDI *Chip Driver USB To Serial*. Sebaliknya, fitur ATmega16U2 (ATmega8U2 dalam *Board* revisi 1 dan revisi 2) diprogram sebagai *Converter USB To Serial*. Revisi 2 dari Arduino Mega2560 memiliki resistor menarik garis 8U2 HWB ke tanah, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU (*Device Firmware Update*). Revisi 3 dari Arduino mega 2560 memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

- 1,0 *pinout* tambah SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*) pin yang dekat dengan pin AREF (*ADC Reference*) dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, yang memungkinkan *Shield* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari *Board* Arduino.
- Sirkuit *reset* lebih kuat.
- Atmega 16U2 menggantikan 8U2.

Adapun spesifikasi dari Arduino Mega2560 adalah sebagai berikut.

**Tabel 2.2** Spesifikasi *Board* Arduino Mega2560

Spesifikasi	Keterangan
<i>Chip</i> Mikrokontroler	ATMega2560
Tegangan Operasi	5 V
Tegangan Input (Rekomendasi)	7 V-12 V
Tegangan Input (Limit)	6 V- 20 V
<i>Pin</i> Digital I/O	54, (15 buah diantaranya dapat digunakan sebagai <i>Output</i> PWM)
<i>Pin</i> Analog <i>Input</i>	16 (A0 – A.15)
Arus DC per <i>Pin</i> I/O	40 mA
Arus DC <i>Pin</i> 3.3V	50 mA
Memori <i>Flash</i>	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk

	<i>Bootloader</i>
SRAM	8 Kb
EFROM	4 Kb
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

*Board* Arduino Mega2560 dapat ditenagai dengan power yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via *Power Supply External*. Pilihan *Power* yang digunakan akan dilakukan secara otomatis. *Power Supply External* 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 Supply External* yang memiliki tegangan antara 6V - 20V. Tetapi 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 *Overheat* yang pada akhirnya bisa merusak PCB. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V. Beberapa *Pin Power* pada Arduino Mega2560 :

- *Vin* adalah tegangan *Input* ke papan Arduino menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya yang diatur lainnya). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini atau jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
- 5V adalah *Pin output* yang diatur dari regulator di *Board* dapat diaktifkan dengan daya baik dari colokan listrik DC (7 - 12V), konektor USB (5V), atau pin VIN dari *Board* (7-12V).
- 3V3 adalah *Pin Output*, dimana pada *Pin* tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator.
- IOREF adalah *Pin* yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroler. Biasanya digunakan pada board shield untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V.
- GND adalah *Ground* atau negatif.

*Chip* ATmega2560 pada Arduino Mega2560 Revisi 3 memiliki memori 256 KB, dengan 8 KB dari memori tersebut telah digunakan untuk *Bootloader*, SRAM 8 KB, dan EEPROM 4 KB, yang dapat dibaca dan ditulis dengan menggunakan EEPROM *Library* saat melakukan pemrograman.

Semua *Pin* digital yang terdapat pada Arduino Mega2560 dapat digunakan baik sebagai *Input* maupun *Output* dengan menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Tegangan *Output* setiap *Pin* adalah 5V. Arus maksimum yang dapat diberikan dan diterima sebesar 40 mA. Pada *Pin* digital ini juga terdapat internal *Pul-Up* resistor sebesar 20 – 50Kohm. Beberapa *Pin* memiliki fungsi khusus seperti berikut.

- Arduino Mega2560 memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dengan komputer, *Board* Arduino dan mikrokontroler lainnya. ATmega 2560 memiliki 4 buah UART untuk komunikasi serial TTL. *Pin* 0 dan 1 terhubung langsung dengan IC ATmega16U2 to TTL Serial *Chip*. IC tersebut merupakan IC konverter USB ke serial. TTL LED RX dan TX pada *Board* akan menyala saat ada data yang dikirim melalui ATmega16U2 dan koneksi ke komputer melalui USB. Berikut ini adalah *Port* serial yang ada pada Arduino Mega2560, yaitu *Port* serial : *Pin* 0 (RX) dan *Pin* 1 (TX); *Port* serial 1 : *Pin* 19 (RX) dan *Pin* 18 (TX); *Port* serial 2 : *Pin* 17 (RX) dan *Pin* 16 (TX); *Port* serial 3 : *Pin* 15 (RX) dan *Pin* 14 (TX). *Pin* RX digunakan untuk menerima data serial TTL dan *Pin* TX untuk mengirim data serial TTL.
- *External Interrupts* : *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).
- PWM : *Pin* 2 hingga 13 dan 44 hingga 46. *Pin-pin* tersebut dapat digunakan sebagai *Output* PWM 8bit.
- SPI : *Pin* 50 (MISO), *Pin* 51 (MOSI), *Pin* 52 (SCK) dan *Pin* 53 (SS). *Pin* tersebut digunakan untuk komunikasi .
- LED : *Pin* 13. Terdapat LED yang terhubung dengan *Pin* 13.
- TWI : *Pin* 20 (SDA) dan *Pin* 21 (SCL). *Pin* tersebut dapat digunakan untuk komunikasi TWI. ATmega 2560 juga mendukung komunikasi TWI dan SPI.

*Software* Arduino memiliki *Wire Library* dan *SPI Library* untuk mempermudah penggunaan Fitur komunikasi TWI dan SPI.

Arduino Mega2560 juga memiliki 16 buah *Input* analog (ADC), yaitu *Pin* A0 – A15. Setiap *Input* memiliki resolusi sebesar 10bit (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 : *Input* untuk tegangan referensi *Input* Analog.
- *Reset* : digunakan untuk mereset Board Arduino.

Arduino Mega2560 dilengkapi dengan *Resetable Polyfuse* yang dapat melindungi *Port* USB dari hubungan arus pendek dan kelebihan arus. Meskipun pada setiap komputer sudah terdapat perlindungan *Internal, Fuse* ini akan memberikan perlindungan tambahan. Apabila arus yang lewat lebih besar dari 500mA, *Fuse* akan otomatis terputus sampai kelebihan arus atau hubungan arus pendek dapat diperbaiki.<sup>12</sup>

## 2.6 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat sebagai *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.

Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Posisi poros *output* akan dihasilkan oleh sensor, untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti

---

<sup>12</sup> Andrianto, Heri dan Aan Darmawan. 2016. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung : Informatika Bandung.

yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol *input* akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo *rotation*  $180^{\circ}$  dan servo *rotation continuous*  $360^{\circ}$ .

- a. Motor servo standard (servo *rotation*  $180^{\circ}$ ) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros *output*nya terbatas hanya  $90^{\circ}$  kearah kanan dan  $90^{\circ}$  kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau  $180^{\circ}$ .
- b. Motor servo *rotation continuous*  $360^{\circ}$  merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo *standard*, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

Motor servo DC memiliki sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo.



**Gambar 2.14** Motor Servo Tower Pro MG995

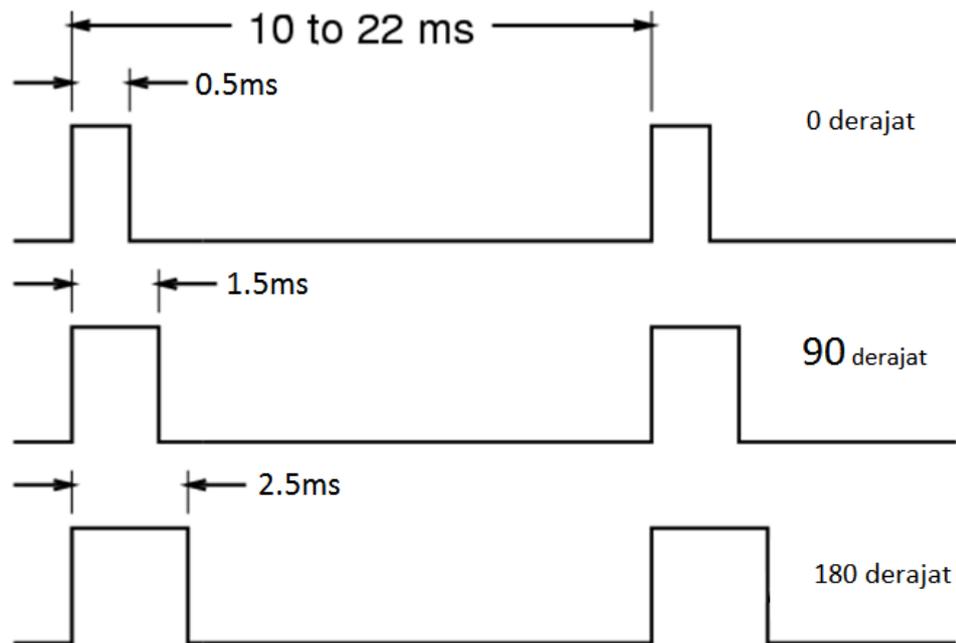
Keunggulan dari penggunaan motor servo adalah :

1. Tidak bergetar dan tidak ber-resonansi saat beroperasi.
2. Daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor.
3. Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan.
4. Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti encoder yang dipakai.
5. Tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi.

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

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

Untuk menjalankan atau mengendalikan motor servo berbeda dengan motor DC. Karena untuk mengendalikan motor servo perlu diberikan sumber tegangan dan sinyal kontrol.



**Gambar 2.15** Bentuk Sinyal Masukan Kontrol Motor Servo

Besarnya sumber tegangan tergantung dari spesifikasi motor servo yang digunakan. Sedangkan untuk mengendalikan putaran motor servo dilakukan dengan mengirimkan pulsa kontrol dengan frekuensi 50 Hz dengan periode 20ms dan duty cycle yang berbeda. Dimana untuk menggerakkan motor servo sebesar 90° diperlukan pulsa dengan ton duty cycle pulsa positif 1,5ms dan unjuk bergerak sebesar 180° diperlukan lebar pulsa 2ms.

Pada alat pada rancang bangun prototype pintu rumah otomatis ini digunakan motor servo type Tower Pro MG995 rotation 360°. Motor servo ini berkinerja tinggi dengan *gear* logam (*metal gear*), *ball bearing* ganda, 360° rotasi, kabel koneksi sepanjang 30 cm, dan dilengkapi dengan aksesoris untuk digunakan sesuai kebutuhan.

Servo motor ini cocok untuk aplikasi yang membutuhkan motor dengan torsi yang memadai hingga 13 kg.cm (batas stall torque pada 7,2 Volt). Pada catu daya 4,8 Volt yang merupakan tegangan minimum untuk mengoperasikan motor ini, kecepatan operasi motor ini mencapai 0,2 detik untuk rotasi 60° (pada catu daya 4,8 Volt tanpa beban), dengan batas stall torque sebesar 8,5 kg.cm.

Batas tegangan maksimum sebesar 7,2 Volt, namun dianjurkan untuk membatasi tegangan catu daya pada tingkat 6 Volt. Pada tegangan 6 VDC, motor ini mampu beroperasi dengan kecepatan 0,16 detik per 60° dengan batas stall torque sebesar 10 kg.cm.

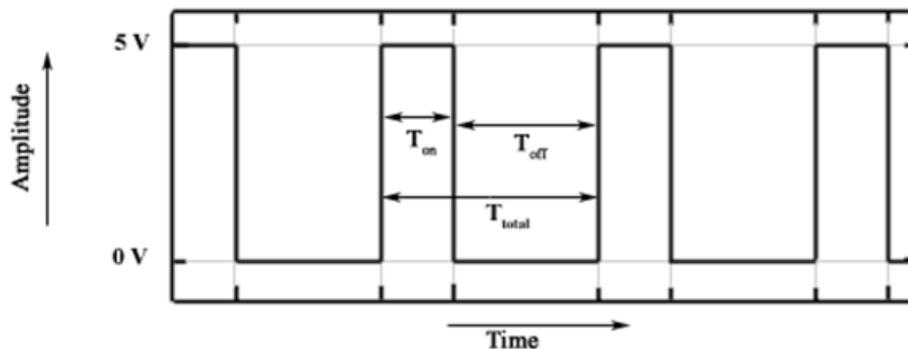
Spesifikasi motor servo MG995 :

- Weight: 55g
- Dimension: L40.7mmxW19.7mmxH42,9mm
- Stall torque: 8.5kg/cm(4.8v) - 10kg/cm(6.0v)
- Gear: Metal gear set
- Operating speed: 0.2sec/60degree(4.8v) - 0.16sec/60degree(6.0v)
- Servo Plug: JR, Futaba, GWS, Cirus, Blue Bird, Blue Arrow, Hitec.

## 2.7 *Pulse Width Modulation (PWM)*

*Pulse Width Modulation (PWM)* secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio effect dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya. Aplikasi PWM berbasis mikrokontroler biasanya berupa pengendalian kecepatan motor DC, pengendalian motor servo, pengaturan nyala terang LED dan lain sebagainya.

Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar Pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun duty cycle bervariasi (antara 0% hingga 100%).



**Gambar 2.16** Bagian-bagian *Pulse Width Modulation* (PWM)

*Pulse Width Modulation* (PWM) merupakan salah satu teknik untuk mendapatkan signal analog dari sebuah piranti digital. Sebenarnya Sinyal PWM dapat dibangkitkan dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog dengan menggunakan rangkaian op-amp atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri. Resolusi adalah jumlah variasi perubahan nilai dalam PWM tersebut. Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak  $2^8 = 256$  variasi mulai dari 0 – 255 perubahan nilai yang mewakili duty cycle 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut.

PWM pada Arduino, sinyal PWM beroperasi pada frekuensi 500Hz. PWM pada arduino bekerja pada frekuensi 500Hz, artinya 500 siklus/ketukan dalam satu detik. Untuk setiap siklus, bisa diberi nilai dari 0 hingga 255. Ketika diberikan angka 0, berarti pada pin tersebut tidak akan pernah bernilai 5 volt (pin selalu bernilai 0 volt). Sedangkan jika diberikan nilai 255, maka sepanjang siklus akan bernilai 5 volt (tidak pernah 0 volt). Jika diberikan nilai 127 (anggap setengah dari 0 hingga 255, atau 50% dari 255), maka setengah siklus akan bernilai 5 volt, dan setengah siklus lagi akan bernilai 0 volt. Sedangkan jika memberikan 25% dari 255 ( $1/4 * 255$  atau 64), maka  $1/4$  siklus akan bernilai 5 volt, dan  $3/4$  sisanya akan bernilai 0 volt, dan ini akan terjadi 500 kali dalam 1 detik.

## 2.8 *Buzzer*

*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *Buzzer* hampir sama dengan *Loudspeaker*, jadi *Buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).<sup>13</sup>



**Gambar 2.17** Buzzer

(Sumber : [Repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/45896/3/Chapter%20II.pdf](https://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/45896/3/Chapter%20II.pdf))

---

<sup>13</sup> [Repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/45896/3/Chapter%20II.pdf](https://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/45896/3/Chapter%20II.pdf)