

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor ¹

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya (D Sharon, 1982).

Transduser adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya. Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, optik (radiasi) atau *thermal* (panas). (William D.C, 1993).

Jadi, sensor adalah komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversikan suatu besaran tertentu menjadi satuan analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik. Sensor merupakan komponen utama dari suatu transduser, sedangkan transduser merupakan sistem yang melengkapi agar sensor tersebut mempunyai keluaran sesuai yang kita inginkan dan dapat langsung dibaca pada keluarannya.

2.1.1 Sensor Warna TCS3200 ²

Sensor warna TCS3200 adalah detektor warna lengkap, termasuk *chip* sensor TCS3200 RGB (*Red*, *Green*, dan *Blue*) dan 4 LED putih. TCS3200 dapat mendeteksi dan mengukur berbagai hampir tak terbatas warna terlihat. Aplikasi termasuk membaca tes *strip*, menyortir berdasarkan warna, sensor cahaya, kalibrasi, dan pencocokan warna. Modul sensor ini memiliki fasilitas untuk merekam hingga 25 data warna yang akan disimpan dalam EEPROM.

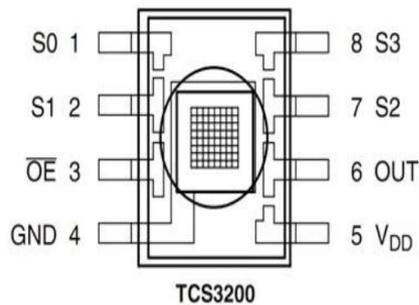
¹ Desiani. 2015. Aplikasi Sensor Proximity Pada Lengan Robot Sebagai Penyortir Kotak Berdasarkan Ukuran Berbasis Arduino Uno. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

² Dede Sutisna dan Eko Ihsanto. 2015. Perancangan Dan Pembuatan Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Sensor TCS3200 Pada Proses Poduksi Kaleng Berbasis Arduino. Universitas Mercu Buana, Jakarta. http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/files602242306687.pdf, diakses 29 Juni 2016.



Gambar 2.1 Sensor Warna TCS3200

(Sumber : <http://smart-prototyping.com/GY-31-TCS230-TCS3200-Color-Sensor-Recognition-Module-for-Arduino.html>)



Gambar 2.2 Skema Pin Sensor Warna TCS3200
(Sumber : eprints.polsri.ac.id/2069/3/BAB%20II.pdf)

Fungsi pin sensor warna TCS3200 :

Gnd : sebagai *ground* pada *power supply*

OE : *output enable*, sebagai input untuk frekuensi *output* skala rendah

Out : sebagai *output* frekuensi

S0, S1 : sebagai sakelar pemilih pada frekuensi *output* skala tinggi

S2, S3 : sebagai sakelar pemilih diantara 4 kelompok dioda

VDD : *supply* tegangan

Sensor warna TCS3200 memiliki susunan *photodetector*, masing-masing dengan baik merah, hijau, atau biru *filter*, atau ada *filter* (yang jelas). *Filter* dari setiap warna yang merata di seluruh susunan untuk menghilangkan lokasi antara warna. *Internal* untuk perangkat *osilator* yang menghasilkan *output* gelombang

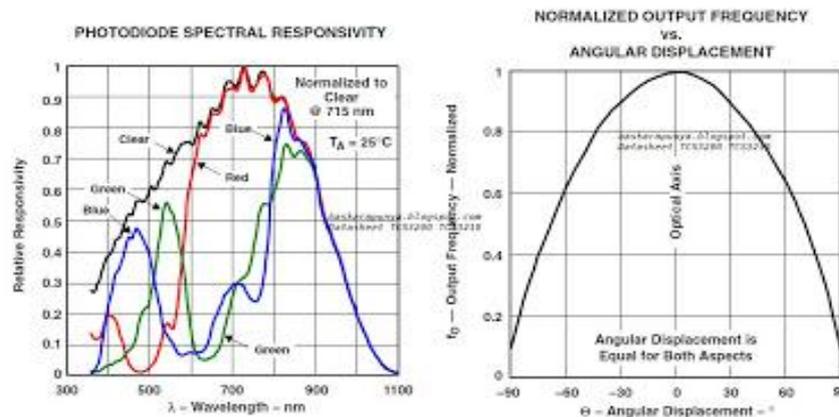
persegi frekuensi yang sebanding dengan intensitas warna yang dipilih. Fitur sensor warna TCS3200 sebagai berikut :

1. *Power* : (2.7V ke 5.5V)
2. *Interface* : digital TTL
3. Resolusi tinggi konversi intensitas cahaya untuk frekuensi
4. *Programmable* warna dan *full* - skala keluaran frekuensi
5. *Power down* fitur
6. Berkomunikasi langsung ke *microcontroller*
7. S0 ~ S1: *input* pilihan *output* frekuensi skala
8. S2 ~ S3: *input* Jenis *Photodiode* pilihan
9. OUT pin: frekuensi *output*
10. OE pin: frekuensi *output* memungkinkan pin (aktif rendah), dapat akan datang ketika menggunakan
11. Dukungan lampu LED *control* suplemen cahaya
12. Ukuran : 28.4x28.4mm

Prinsip kerja sensor warna 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, yaitu 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.



Gambar 2.3 Karakteristik TCS3200

(Sumber : Perancangan Dan Pembuatan Alat Pendeteksi Warn Menggunakan Sensor TCS3200 Pada Proses Produksi Kaleng Berbasis Arduino.

http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/files602242306687.pdf.)

2.1.2 Sensor Ultrasonik ³

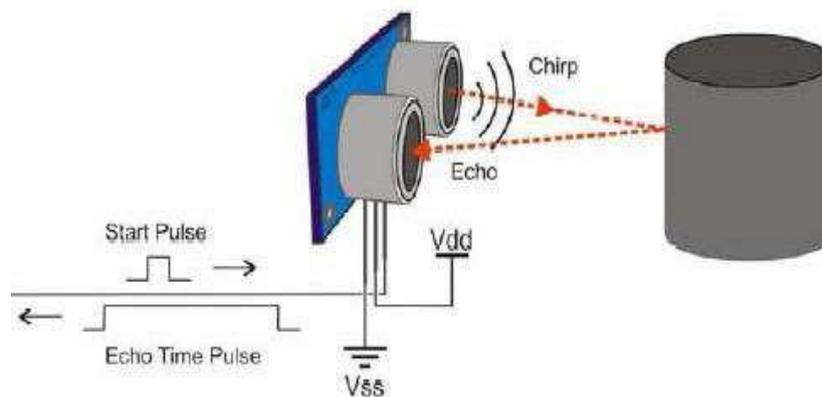
Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang bunyi dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu obyek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz.

Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit *transmitter* (pemancar) dan unit *receiver* (penerima). Struktur unit *transmitter* dan unit *receiver* sangatlah sederhana, sebuah kristal piezoelektrik dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal piezoelektrik akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelektrik.

³ lib.unnes.ac.id/20929/1/5301411072-S.pdf

Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada obyek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh *receiver*. Selanjutnya *receiver* akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek piezoelektrik menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama.

Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat prinsip dari sensor ultrasonik pada gambar berikut :



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

(Sumber : lib.unnes.ac.id/20929/1/5301411072-S.pdf)

Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan *receiver* tergantung dari jauh dekatnya obyek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima. Proses pendeteksian yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan obyek sasaran.

Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian *transmitter* sampai diterima oleh rangkaian *receiver*, dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara.

Pantulan gelombang ultrasonik tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengukur jarak antara sensor dan benda yang secara ideal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$s = \frac{v.T}{2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

s = jarak sensor ke obyek (cm)

v = cepat rambat gelombang 34,4 cm/ms

T = waktu tempuh gelombang (detik)

Terdapat beberapa sensor ultrasonik yang beredar di pasaran yaitu

- a. Sensor ultrasonik ping (*parallax*)
- b. Sensor ultrasonik defantech (SRF 04 *ranger*)
- c. Sensor ultrasonik HC-SR04

Pada alat ini digunakan sensor ultrasonik HC-SR04.

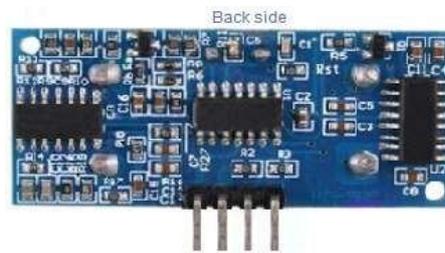
2.1.2.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04 ⁴

Sensor Ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang dan sensor. Konfigurasi pin dan tampilan sensor HC-SR04 diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04 Tampak Depan
(Sumber : http://www.accudiy.com/download/HC-SR04_Manual.pdf)

⁴ http://www.accudiy.com/download/HC-SR04_Manual.pdf



Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04 Tampak Belakang

(Sumber : http://www.accudiy.com/download/HC-SR04_Manual.pdf)

Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki empat pin. Berikut ini dapat dijelaskan fungsi dari masing – masing pin sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai berikut:

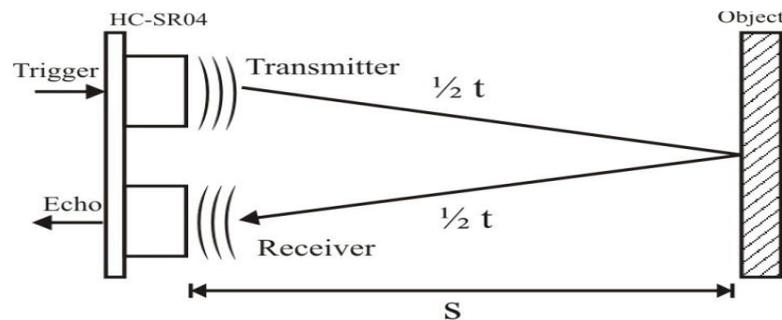
1. *VCC*
Sebagai tegangan *supply* yang nantinya dihubungkan ke *power supply* 5V.
2. *Trigger pulse input*
Sebagai pin *input* yang nantinya dihubungkan ke mikrokontroler untuk mendapatkan pulsa dari mikrokontroler.
3. *Echo pulse output*
Sebagai pin *output* yang nantinya dihubungkan ke mikrokontroler sehingga mikrokontroler dapat membaca pulsa yang dihasilkan sensor.
4. *Ground*
Sebagai pertanahan atau *grounding*.

Tabel 2.1 Parameter listrik HC-SR04

Bekerja pada tegangan	DC 5 V
Bekerja pada arus	15 mA
Bekerja pada frekuensi	40 KHz
Rentang maksimum	4 m
Rentang minimum	2 cm
Sudut pengukuran	15 ⁰
Trigger input signal	10μS TTL pulsa

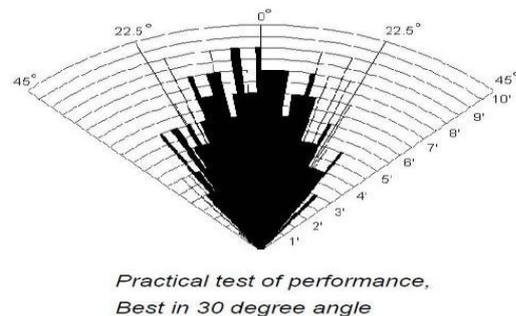
Echo output signal	Sinyal output tingkat TTL, proporsional dengan kisaran
Dimensi	43 * 20 * 15mm

Seperti sensor ultrasonik pada umumnya, HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu *transmitter* dan *receiver*. Fungsi dari *transmitter* adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian *receiver* menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek. Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari pemancar hingga sampai ke penerima sebanding dengan 2 kali jarak antara sensor dan bidang pantul seperti yang diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.7 Prinsip Kerja HC-SR04

(Sumber : http://www.accudiy.com/download/HC-SR04_Manual.pdf)



Gambar 2.8 Perbandingan Sudut Pantul SRF04

(Sumber : <http://www.electroschematics.com/wp-content/uploads/2013/07/HC-SR04-datasheet-version-2.pdf>)

2.1.2.2 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04

Prinsip kerja dari sensor ultrasonic HC-SR04 adalah sebagai berikut :

1. Sinyal dipancarkan oleh *transmitter* ultrasonik. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz, biasanya yang digunakan untuk mengukur jarak benda adalah 40kHz. Sinyal tersebut di bangkitkan oleh rangkaian pemancar ultrasonik.
2. Sinyal yang dipancarkan tersebut kemudian akan merambat sebagai sinyal / gelombang bunyi dengan kecepatan bunyi yang berkisar 340 m/s. Sinyal tersebut kemudian akan dipantulkan dan akan diterima kembali oleh bagian *receiver* ultrasonik.
3. Setelah sinyal tersebut sampai di penerima ultrasonik, kemudian sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jaraknya.

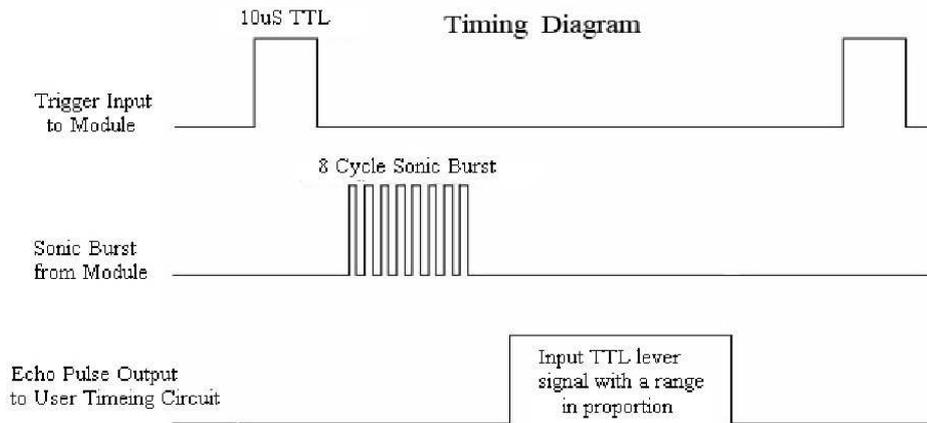
Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut :

1. Ketika pulsa *trigger* diberikan pada sensor, *transmitter* akan mulai memancarkan gelombang ultrasonik, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan output TTL transisi naik menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran.
2. Setelah *receiver* menerima pantulan yang dihasilkan oleh suatu objek maka pengukuran waktu akan dihentikan dengan menghasilkan output TTL transisi turun.

Prinsip pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut :

1. Awali dengan memberikan pulsa *Low* (0) ketika modul mulai dioperasikan, kemudian berikan pulsa *High* (1) pada trigger selama 10 μ s sehingga modul mulai memancarkan 8 gelombang kotak dengan frekuensi 40 KHz.
2. Tunggu hingga transisi naik terjadi pada output dan mulai perhitungan waktu hingga transisi turun terjadi, setelah itu gunakan Persamaan untuk mengukur jarak antara sensor dengan objek.

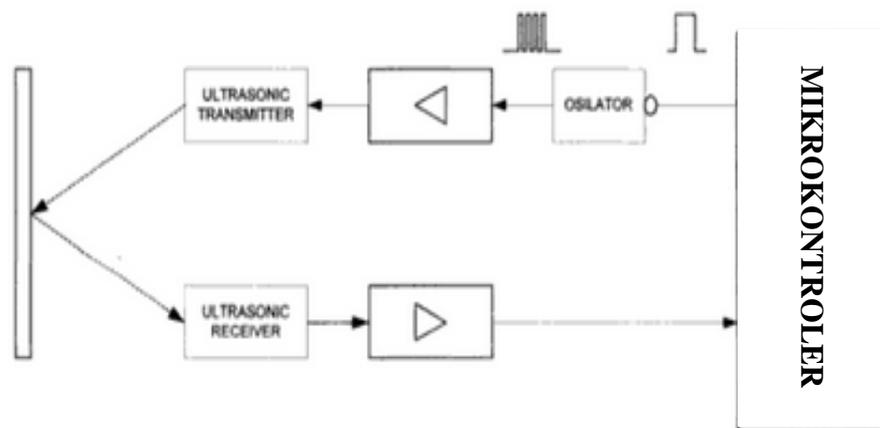
Timing diagram pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.9 *Timing Diagram* Pengoperasian Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Sumber : <http://www.electroschematics.com/wp-content/uploads/2013/07/HCSR04-datasheet-version-1.pdf>)

2.1.2.3 Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler ⁵



Gambar 2.10 Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler

(Sumber : Budiharto Widodo, dkk. "Membuat Sendiri Robot Humanoid". Diakses 21 Mei 2016, dari books.google.co.id)

⁵ Budiharto Widodo, dkk. "Membuat Sendiri Robot Humanoid". Diakses 21 Mei 2016, dari books.google.co.id

Tampak bahwa osilator dibangkitkan oleh trigger dari mikrokontroler dan dikuatkan oleh bagian penguat sebelum dipancarkan oleh receiver ultrasonik. Sinyal ultrasonik akan terpancar setelah getaran ke-8 dari osilator dan dipantulkan oleh obyek. Mikrokontroler akan mulai melakukan perhitungan setelah getaran ke-8 dari osilator dilakukan.

Penerima ultrasonik akan menerima pantulan dari objek dan mengubahnya menjadi getaran-getaran listrik. Namun, getaran tersebut masih terlalu lemah sehingga perlu dikuatkan oleh sebuah penguat sebelum masuk ke mikrokontroler. Mikrokontroler akan berhenti melakukan perhitungan saat sinyal ultrasonik diterima kembali.

Pemilihan HC-SR04 sebagai sensor jarak yang akan digunakan pada alat ini karena memiliki fitur sebagai berikut :

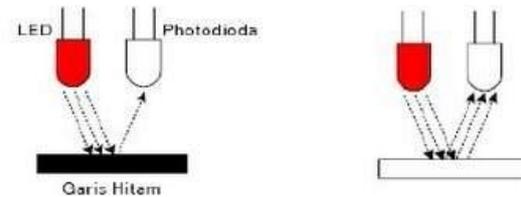
1. Kinerja yang stabil, pengukuran jarak yang akurat dengan ketelitian 0,3 cm, pengukuran maksimum dapat mencapai 4 meter dengan jarak minimum 2 cm
2. Ukuran yang ringkas
3. Dapat beroperasi pada level tegangan TTL

2.1.3 Sensor *Proximity*⁶

Sensor proximity adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu obyek. Sensor proximity dibuat menggunakan pasangan LED dan photodiode. Jika sensor berada diatas garis hitam maka photodiode akan menerima sedikit cahaya pantulan. Tetapi jika sensor berada diatas garis putih maka photodiode akan menerima banyak cahaya pantulan, hal ini dapat dilihat pada gambar 2.11 sifat dari photodiode adalah jika semakin banyak cahaya yang diterima, maka nilai resistansi diodanya semakin kecil. Sehingga bila sensor berada di atas garis putih maka cahaya LED akan memantul pada garis dan diterima oleh photodiode kemudian photodiode menjadi on sehingga tegangan output akan mendekati 0 volt. Sebaliknya jika sensor berada di atas garis hitam yang berarti tidak terdapat pantulan cahaya maka photodiode tidak

⁶ http://eprints.upnjatim.ac.id/2268/3/BAB_II.pdf

mendapat arus bias sehingga menjadi off, dengan demikian tegangan output sama dengan tegangan induk (V_{cc}).



Gambar 2.11 Prinsip Kerja Sensor Proximity

(Sumber: ZM, Mas Ngabei Erwan. 2010. *Rancang Bangun Prototype Mobil Otomatis Yang Dapat Membedakan Warna Menggunakan Konsep Robot Line Follower*, http://eprints.upnjatim.ac.id/2268/3/BAB_II.pdf)

2.1.3.1 LED *Infrared*⁷

LED *infrared* merupakan komponen elektronik yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. Pada saat menghantar, LED *infrared* memancarkan cahaya yang tidak tampak oleh mata. Jika diberi prasiapak maju, LED *infrared* akan mengeluarkan panjang gelombang sekitar 0,9 mikrometer. Proses terjadinya pancaran cahaya pada LED *infrared*, saat dioda menghantarkan arus, elektron lepas dari ikatannya karena memerlukan tenaga dari catu daya listrik. Setelah elektron lepas, banyak elektron yang bergabung dengan lubang yang ada sekitarnya (masuk lubang lain). Pada saat masuk lubang lain, elektron melepaskan tenaga yang akan diradiasikan dalam bentuk cahaya, sehingga dioda akan menyala atau memancarkan cahaya pada saat dilewati arus.

2.1.3.2 Photodioda⁸

Sebuah photodioda biasanya dikemas dengan plastik transparan yang juga berfungsi sebagai lensa fresnel. Lensa ini merupakan lensa cembung yang mempunyai sifat mengumpulkan cahaya. Lensa tersebut juga merupakan filter cahaya, lebih dikenal sebagai *optical filter*, yang hanya melewatkan cahaya infra

⁷ Ahrani, Suci Robbi. 2014. *Rancang Bangun Conveyor Pengisian Air Otomatis Dengan Input Sensor Optical Proximity*. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

⁸ Ronny, Abdul. 2012. *Aplikasi Sensor Photodioda Pada Alat Pemotong Roti Otomatis*. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

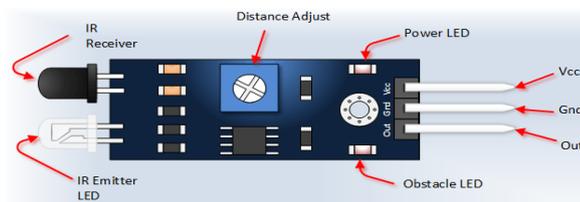
merah saja. Walaupun demikian cahaya yang nampak pun masih bisa mengganggu kerja dari dioda infra merah karena tidak semua cahaya nampak bisa difilter dengan baik. Faktor lain yang juga berpengaruh pada kemampuan penerima infra merah adalah *active area* dan *respond time*.

Semakin besar area penerimaan suatu photodiode maka semakin besar pula intensitas cahaya yang dikumpulkan sehingga arus bocor yang diharapkan pada teknik *reversed bias* semakin besar. Selain itu semakin besar area penerimaan maka sudut penerimaannya juga semakin besar. Begitu juga dengan respon terhadap frekuensi, semakin besar area penerimaannya maka respon terhadap frekuensinya turun dan sebaliknya jika area penerimaannya kecil maka respon terhadap sinyal frekuensi tinggi cukup baik.

Pada alat ini digunakan sensor proximity infrared.

2.1.3.3 Sensor *Proximity InfraRed*⁹

Sensor *proximity infrared* memiliki pemancar dan penerima inframerah, sensor ini sangat membantu mendeteksi suatu objek.



Gambar 2.12 Sensor *Proximity Infrared*

(Sumber : <http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-sensors-and-input/arduino-ir-obstacle-sensor-tutorial-and-manual/>)

Konfigurasi pin :

- VCC tegangan external 3,3V - 5V
- GND ground
- OUT digital *output* interface (0 dan 1)

⁹<http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-sensors-and-input/arduino-ir-obstacle-sensor-tutorial-and-manual/>

2.2 Mikrokontroler AVR ATmega 32¹⁰

Mikrokontroler adalah piranti elektronik berupa IC (*Integrated Circuit*) yang memiliki kemampuan manipulasi data (informasi) berdasarkan suatu urutan instruksi (program). Dalam sebuah struktur mikrokontroller akan kita temukan juga komponen-komponen seperti: *processor, memory, clock*, dll.

Salah satu arsitektur mikrokontroler yang terdapat di pasaran adalah jenis AVR (*Advanced Virtual RISC*). Arsitektur mikrokontroler jenis AVR ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1996 oleh dua orang mahasiswa *Norwegian Institute of Technology* yaitu Alf-Egil Bogen dan Vegard Wollan.

Dalam perkembangannya, AVR dibagi menjadi beberapa varian yaitu AT90Sxx, ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing varian adalah kapasitas memori dan beberapa fitur tambahan saja.

Pemrograman mikrokontroler AVR dapat menggunakan *low level language (assembly)* dan *high level language (C, Basic, Pascal, JAVA, dll)* tergantung *compiler* yang digunakan.

Salah satu yang banyak dijumpai di pasaran adalah AVR tipe Atmega, yang terdiri dari beberapa versi, yaitu ATmega8535, ATmega16, ATmega162, ATmega32, ATmega324P, ATmega644, ATmega644P dan ATmega128. Mikrokontroler yang digunakan adalah AVR ATmega32.

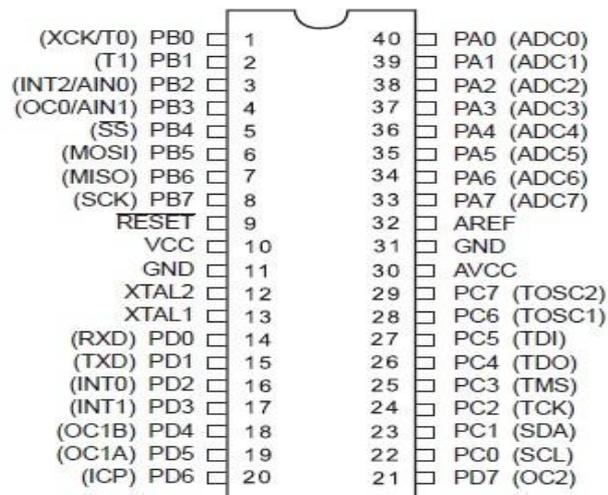
Fitur-fitur yang dimiliki ATmega32 sebagai berikut :

1. Frekuensi *clock* maksimum 16 MH
2. Jalur I/O 32 buah, yang terbagi dalam PortA, PortB, PortC dan PortD
3. *Analog to Digital Converter* 10 bit sebanyak 8 input, 4 *channel* PWM

¹⁰ http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/529/jbptunikompp-gdl-hilmanjaka-26404-4-unikom_h-i.pdf

4. *Timer/Counter* sebanyak 3 buah
5. CPU 8 bit yang terdiri dari 32 register
6. *Watchdog Timer* dengan osilator internal
7. SRAM sebesar 2K Byte
8. *Memori Flash* sebesar 32 KByte dengan kemampuan *read while write*
9. *Interrupt* internal maupun eksternal
10. Port komunikasi SPI
11. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi
12. *Analog Comparator*
13. Komunikasi serial standar USART dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps

Konfigurasi Pin AVR ATmega32



Gambar 2.13 Konfigurasi Pin ATmega32

(Sumber : http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/529/jbptunikompp-gdl-hilmanjaka-26404-4-unikom_h-i.pdf)

Konfigurasi *pin* pada mikrokontroler ATmega32 dapat dilihat pada gambar 2.13. Dari gambar tersebut dapat terlihat jumlah *pin* ATmega32 adalah 40 *pin* yang memiliki fungsi yang berbeda-beda yaitu:

- Vcc merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
- GND merupakan *pin* ground.

- Port A(PA0-PA7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* masukan ADC.
- Port B(PB0-PB7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti yang dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi khusus port B

PB7	<i>SCK (SPI Bus Serial Clock)</i>
PB6	<i>MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)</i>
PB5	<i>MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)</i>
PB4	<i>SS (SPI Slave Select Input)</i>
PB3	<i>AIN1 (Analog Comparator Negative Input), OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)</i>

PB2	<i>AIN0 (Analog Comparator Positive Input), INT2 (External Interrupt 2 Input)</i>
PB1	<i>T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)</i>
PB0	<i>T0 (Timer/Counter0 External Counter Input), XCK (USART External Clock Input/Output)</i>

- Port C(PC0-PC7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti yang dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Fungsi khusus port C

PC7	<i>TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)</i>
PC6	<i>TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)</i>
PC5	<i>TDI (JTAG Test Data In)</i>
PC4	<i>TDO (JTAG Test Data Out)</i>
PC3	<i>TMS (JTAG Test Mode Select)</i>
PC2	<i>TCK (JTAG Test Clock)</i>
PC1	<i>SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)</i>

PC0	<i>SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)</i>
-----	---

- Port D(PD0-PD7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti yang dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Fungsi khusus port D

PD7	<i>OC2 (Timer/CounterNOutput Compare Match Output)</i>
PD6	<i>ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)</i>
PD5	<i>OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)</i>
PD4	<i>OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)</i>
PD3	<i>INT1 (External Interrupt 1 Input)</i>
PD2	<i>INT0 (External Interrupt 0 Input)</i>
PD1	<i>TXD (USART Output Pin)</i>
PD0	<i>RXD (USART Input Pin)</i>

- RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk *me-reset* mikrokontroler.
- XTAL1 dan XTAL2 merupakan *pin* masukan *clock* eksternal.
- AVCC merupakan *pin* masukan tegangan ADC.
- AREF merupakan *pin* masukan referensi ADC.

2.3 LCD (*Liquid Crystal Display*)¹¹

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Jenis LCD yang dipakai pada alat ini adalah LCD M1632. LCD terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi

¹¹ Slamet Riyadi, Bambang Eka Purnama.2013. Sistem Pengendalian Keamanan Pintu Rumah Berbasis SMS (Short Message Service) Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535. IJNS Volume 2 No 4 <http://www.ijns.org/journal/index.php/ijns/article/viewFile/156/153> diakses 29 juni 2016

dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing–masing baris bias menampung 16 huruf/angka. LCD adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. LCD yang umum, ada yang panjangnya hingga 40 karakter (2x40 dan 4x40), dimana kita menggunakan DDRAM untuk mengatur tempat penyimpanan tersebut.



Gambar 2.14 LCD

(Sumber : Slamet Riyadi, Bambang Eka Purnama.2013. Sistem Pengendalian Keamanan Pintu Rumah Berbasis SMS (Short Message Service) Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535. IJNS Volume 2 No 4 <http://www.ijns.org/journal/index.php/ijns/article/viewFile/156/153>)

Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempel dibalik pada panel LCD, berfungsi mengatur tampilan LCD. Dengan demikian pemakaian LCD M1632 menjadi sederhana, sistem lain cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ditampilkan.

Spesifikasi LCD :

1. Tampilan 16 karakter 2 baris dengan matrik 5 x 7 + kursor.
2. ROM pembangkit karakter 192 jenis.
3. RAM pembangkit karakter 8 jenis (diprogram pemakai).
4. RAM data tampilan 80 x 8 bit (8 karakter).
5. Duty ratio 1/16.
6. RAM data tampilan dan RAM pembangkit karakter dapat dibaca dari unit mikroprosesor.
7. Beberapa fungsi perintah antara lain adalah penghapusan tampilan (display clear), posisi kursor awal (crusor home), tampilan karakter kedip (display

character blink), penggeseran kursor (crusor shift) dan penggeseran tampilan (display shift).

8. Rangkaian pembangkit detak.
9. Rangkaian otomatis reset saat daya dinyalakan.
10. Catu daya tunggal +5 volt.

2.4 *Conveyor*¹²

Conveyor merupakan suatu mesin pemindah bahan yang umumnya dipakai dalam industri perakitan maupun industri proses untuk mengangkut bahan produksi setengah jadi maupun hasil produksi dari satu bagian ke bagian yang lain. Pada alat ini digunakan *belt conveyor*.



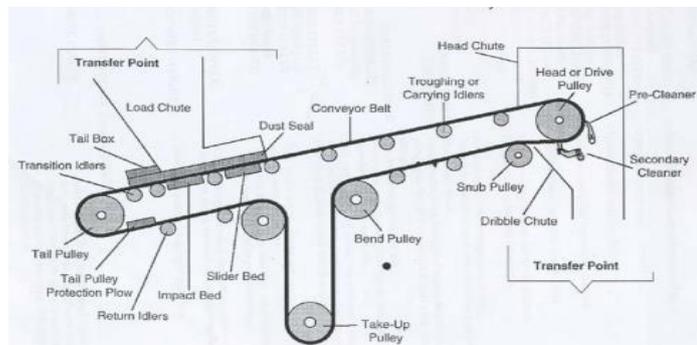
Gambar 2.15 *Conveyor*

(Sumber : Raharjo, Rudianto. 2013, "Rancang Bangun Belt Conveyor Trainer sebagai Alat Bantu Pembelajaran". Volume 4, No. 2, <https://psppmpk.files.wordpress.com/2014/11/jurnal-teknik-mesin-volume-4-nomor-2-tahun-2013.pdf>, 21 Mei 2016.)

Prinsip kerja *belt conveyor* adalah mentransport material yang ada di atas *belt* dan setelah mencapai ujung *belt* maka material ditumpahkan akibat *belt* berbalik arah. *Belt* digerakkan oleh *drive/head pulley* dengan menggunakan motor penggerak atau motor listrik. *Head pulley* menarik *belt* dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan *idler roller* dengan *belt*, sehingga kapasitasnya tergantung gaya gesek tersebut.

¹² Raharjo, Rudianto. 2013, "Rancang Bangun Belt Conveyor Trainer sebagai Alat Bantu Pembelajaran". Volume 4, No. 2, <https://psppmpk.files.wordpress.com/2014/11/jurnal-teknik-mesin-volume-4-nomor-2-tahun-2013.pdf>, 21 Mei 2016.

Adapun komponen-komponen utama dari *belt conveyor* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.16 Bagian *Belt Conveyor*

(Sumber : Raharjo, Rudianto. 2013, "Rancang Bangun Belt Conveyor Trainer sebagai Alat Bantu Pembelajaran". Volume 4, No. 2, <https://psppmpk.files.wordpress.com/2014/11/jurnal-teknik-mesin-volume-4-nomor-2-tahun-2013.pdf>, 21 Mei 2016.)

Keterangan gambar :

1. *Belt* merupakan pembawa material dari satu titik ke titik lain dan meneruskan gaya putar.
2. *Head pulley* pada *belt conveyor* dapat juga dikatakan sebagai *pulley* penggerak dari sistem *belt conveyor*.
3. *Tail pulley* merupakan *pulley* yang terletak pada daerah belakang dari sistem *conveyor*.
4. *Carrying roller* merupakan *roller* pembawa karena terletak dibawah *belt* yang membawa muatan.
5. *Return roller* merupakan *roller* balik atau *roller* penunjang *belt* pada daerah yang tidak bermuatanyang dipasang pada bagian bawah *fram*.
6. *Drive* (penggerak) berfungsi untuk menggerakkan *pulley* pada BC. Sistem penggerak ini biasanya terdiri dari motor listik, transmisi, dan rem.
7. *Take-up pulley* merupakan perangkat yang mengencangkan *belt* yang kendur dan memberikan tegangan pada *belt* pada start awal.
8. *Snub pulley* berfungsi untuk menjaga keseimbangan tegangan *belt* pada *drive pulley*.

9. *Chute/ hopper* merupakan corong yang terletak diujung depan dan belakang *conveyor belt* untuk memuat dan mencurahkan material.
10. *Skirt rubber* berfungsi sebagai penyekat agar material tidak tertumpah keluar dari ban berjalan pada saat muat.
11. *Chip cleaner* atau *belt cleaner* berfungsi sebagai pembersih material yang terbawa oleh *belt conveyor* setelah dicurahkan.

2.5 Motor DC ¹³

2.5.1 Pengertian Motor DC

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal sumber tegangannya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putar motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor.



Gambar 17. Motor DC

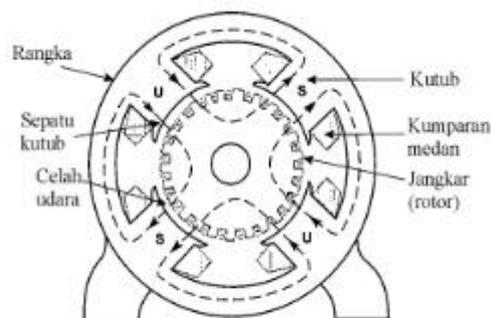
Adpriadhita. 2014. Aplikasi Sensor Infrared Pendeteksi Objek Pada Robot Line Followers Sebagai Pramusaji. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

¹³ Adpriadhita. 2014. Aplikasi Sensor Infrared Pendeteksi Objek Pada Robot Line Followers Sebagai Pramusaji. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

2.5.2 Konstruksi Motor DC

Secara garis besar motor DC mempunyai bagian atau susunan konstruksi Motor DC :

- a. Bagian yang tetap / stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektromagnetik) ataupun magnet permanen. Bagian stator terdiri dari bodi motor yang memiliki magnet yang melekat padanya. Untuk motor kecil, magnet tersebut adalah magnet permanen. Fungsi dari stator adalah untuk menghasilkan medan magnet. Stator terdiri dari rumah dengan katup magnet yang dibuat dari plat-plat yang dipejalkan dengan gulungan penguat magnet.

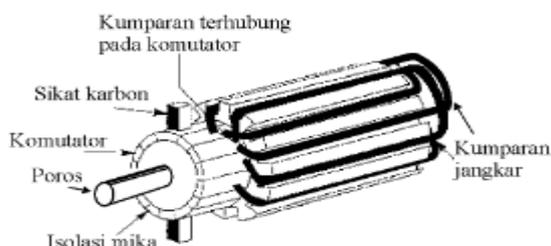


Gambar 2.18 Konstruksi Motor DC Bagian Stator

(Sumber:<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27627/3/Chapter%20II.pdf>)

- b. Bagian yang berputar disebut rotor yakni berupa sebuah koil di mana arus listrik mengalir. Rotor tersusun atas beberapa bagian, yaitu:
 1. Komutator berfungsi untuk membuat arah arus jangkar mengalir dalam satu arah tertentu sehingga putaran otor juga searah.
 2. Isolator yaitu digunakan yang terletak antara komutator. Isolator digunakan untuk menentukan kelas dari motor berdasarkan kemampuan terhadap suhu yang timbul dalam mesin tersebut. Jadi, isolator yang digunakan harus tahan terhadap panas.
 3. Jangkar merupakan tempat membelitkan kabel-kabel jangkar yang berfungsi untuk menghasilkan torsi.

4. Lilitan jangkar pada motor DC berfungsi sebagai tempat terbentuknya GGL (Gaya Gerak Listrik).



Gambar 2.19 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Rotor

(Sumber:<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27627/3/Chapter%20II.pdf>)

2.6 Motor Servo ¹⁴

Sebuah motor servo adalah alat yang dapat mengendalikan posisi, dapat membelokkan dan menjaga suatu posisi berdasar penerimaan pada suatu signal elektronik. Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanent motor DC servo yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet.



Gambar 2.20 Motor Servo

(Sumber:library.binus.ac.id/eColls/eThesisdok/Bab2/2010-2-00447SK%20bab%202.pdf)

¹⁴ Sujarwata. 2015. Pengendali Motor Servo Berbasis Mikrokontroler Basic Stamp 2sx Untuk Mengembangkan Sistem Robotika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang (UNNES) Semarang. Volume V, Nomor 1, http://stta.name/data_lp3m/sujarwata.pdf, diakses 29 Juni 2016.

Bagian - bagian dari sebuah motor servo adalah sebagai berikut:

1. Konektor yang digunakan untuk menghubungkan motor servo dengan *Vcc*, *Ground* dan signal *input* yang dihubungkan ke *Basic Stamp*.
2. Kabel menghubungkan *Vcc*, *Ground* dan signal *input* dari konektor ke motor servo.
3. Tuas menjadi bagian dari motor *servo* yang kelihatan seperti suatu bintang *fourpointed*.
4. Ketika motor servo berputar, tuas motor servo akan bergerak ke bagian yang dikendalikan sesuai dengan program.
5. Cassing berisi bagian untuk mengendalikan kerja motor servo yang pada dasarnya berupa motor DC dan *gear*. Bagian ini bekerja untuk menerima instruksi dari *basic stamp* dan mengkonversi ke dalam sebuah pulsa untuk menentukan arah / posisi servo.

Motor servo menggunakan dengan sistem umpan balik tertutup, di mana posisi dari motor 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. Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energy mekanik, maka magnet permanent motor DC servolah yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanent dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan.

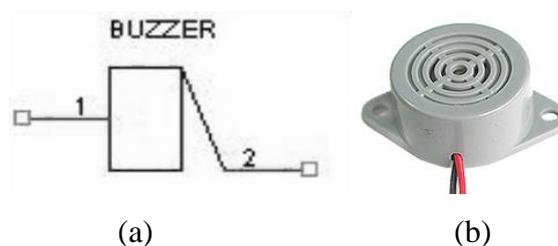
Secara umum terdapat 2 jenis motor servo. yaitu motor servo standard dan motor servo *continuous*.

1. Motor servo tipe standar hanya mampu berputar 180 derajat. Motor servo standard sering dipakai pada sistim robotika.

2. Motor servo *continuous* dapat berputar sebesar 360 derajat. motor servo *continuous* sering dipakai untuk Mobile Robot.

2.6 *Buzzer*¹⁵

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan loud speaker, 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.



Gambar 2.21 (a) Simbol *Buzzer*, (b) Bentuk *Buzzer*

(Sumber: elib.unikom.ac.id/files/disk1/397/jbptunikompp-gdl_anggabudiy-19812-6-babii.pdf)

¹⁵ elib.unikom.ac.id/files/disk1/397/jbptunikompp-gdl_anggabudiy-19812-6-babii.pdf