

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penjelasan Mata

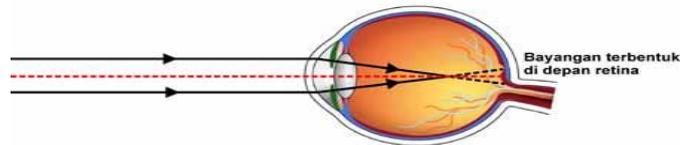
Mata merupakan salah satu indera yang penting bagi manusia, melalui mata manusia menyerap informasi visual yang digunakan untuk melaksanakan berbagai kegiatan. Namun gangguan terhadap penglihatan banyak terjadi, mulai dari gangguan ringan hingga gangguan berat yang dapat mengakibatkan kebutaan (Lubis, Megawati, & Lubis, 2016).

2.2 Penyakit Mata

Kondisi mata yang jangkauan pandangannya tidak dapat melihat secara jelas atau tidak berfungsi secara normal, yang disebabkan karena adanya gangguan penglihatan atau penyakit mata (Jannah, 2010). Penyakit mata seperti kelainan-kelainan refraksi akan sangat membatasi fungsi tersebut. Kelainan refraksi merupakan kelainan pada mata yang paling umum. Kelainan ini terjadi apabila mata tidak mampu memfokuskan bayangan dengan jelas, sehingga penglihatan menjadi kabur (Saminan, 2013). Adapun penyakit mata yaitu rabun jauh (*miopi*) dan rabun dekat (*hipermetropi*).

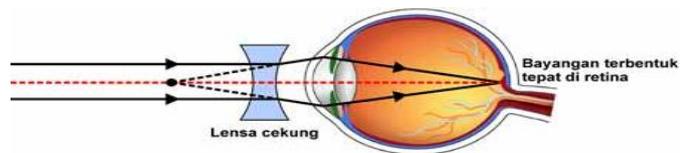
2.2.1 Rabun Jauh (*miopi*)

Miopi atau rabun jauh adalah mata yang hanya dapat melihat dengan jelas benda-benda dekat. Mata miopi memiliki titik dekat lebih dekat dari 25 cm dan titik jauh terbatas pada jarak tertentu. Miopi biasanya disebabkan oleh bola mata yang terlalu lonjong, bahkan kadang-kadang lengkungan korneanya terlalu besar (Sukmono, 2009). Pada mata miopi, bayangan benda jauh jatuh di depan retina, seperti pada gambar 2.1. Akibatnya, bayangan benda jauh akan tampak kabur. Sedangkan, pada gambar 2.2 mata miopi yang telah diberikan lensa cekung, agar penglihatan dapat melihat lebih jelas.



Gambar 2.1 Mata Penderita *Miopi*

(MIPA, 2017)



Gambar 2.2 Mata Miopi Dengan Lensa Cekung

(MIPA, 2017)

Keterangan :

Gambar 2.2 : Pada mata rabun jauh (miopi), bayangan benda jatuh di depan retina.

Gambar 2.3 : Dengan menggunakan kacamata berlensa cekung (negatif/divergen), bayangan benda jatuh tepat di retina.

Rabun jauh dapat diperbaiki menggunakan lensa divergen yang bersifat menyebar (memancarkan) sinar. Lensa divergen atau lensa cekung (negatif) dapat membantu lensa mata agar memfokuskan bayangan tepat di retina.

Jarak fokus lensa yang digunakan untuk memperbaiki mata rabun jauh (miopi) dapat ditentukan berdasarkan persamaan lensa tipis seperti persamaan (1).

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

s : Titik terjauh mata normal (cm)

s' : Titik terjauh mata miopi (cm)

Sedangkan untuk menghitung kekuatan lensa penderita rabun jauh yaitu berdasarkan pada persamaan (2) sebagai berikut (Priambodo, Rizal, & Halomoan, 2012).

$$K = -\frac{100}{PR} \dots\dots\dots (2)$$

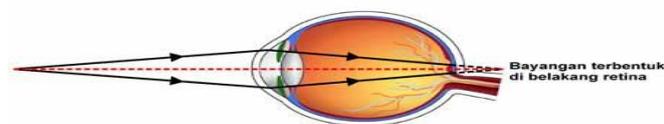
Keterangan:

K = kekuatan lensa (dioptri = D)

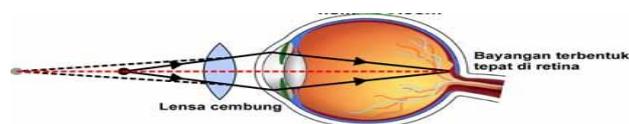
PR = punctum remotum atau titik jauh miopi (cm)

2.2.2 Rabun Dekat (*Hipermetropi*)

Hipermetropi atau rabun dekat adalah mata yang tidak dapat melihat benda-benda dekat dengan jelas. Mata hipermetropi memiliki titik dekat lebih jauh dari 25 cm dan titik terjauhnya takhingga. Meskipun dapat melihat dengan jelas benda-benda jauh, titik dekat yang lebih besar dari 25 cm membuat mata hipermetropi mengalami kesulitan untuk membaca pada jarak baca normal. Cacat mata ini disebabkan oleh bola mata yang memipih atau lengkungan korneanya kurang (Sukmono, 2009). Ketika mata hipermetropi digunakan untuk melihat benda-benda dekat, bayangan benda-benda ini akan jatuh di belakang retina, seperti pada gambar 2.3. Akibatnya, bayangan benda dekat menjadi terlihat kabur. Sedangkan pada gambar 2.4 mata hipermetropi yang telah diberikan lensa cembung, agar penglihatan dapat melihat lebih jelas.



Gambar 2.3 Mata Penderita *Hipermetropi*
(MIPA, 2017)



Gambar 2.4 Mata *Hipermetropi* Dengan Lensa Cembung
(MIPA, 2017)

Keterangan:

Gambar 2.4 : Skema jalannya sinar pada cacat mata rabun jauh (hipermetropi).

Gambar 2.5 : Skema jalannya sinar pada mata hipermetropi setelah menggunakan kacamata yang berlensa cembung (positif/konvergen).

Cacat mata hipermetropi dapat diperbaiki dengan menggunakan lensa konvergen yang bersifat mengumpulkan sinar yang memfokuskan bayangan tepat di retina.

Jarak fokus lensa yang digunakan untuk memperbaiki mata yang mengalami rabun dekat dapat ditentukan berdasarkan dengan persamaan (3).

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

s : Titik terjauh mata normal (cm)

s' : Titik terjauh mata miopi (cm)

Sedangkan untuk mengitung kekuatan lensa penderita rabun dekat yaitu berdasarkan persamaan (4) sebagai berikut (Priambodo, Rizal, & Halomoan, 2012).

$$K = 4 - \frac{100}{PP} \quad \dots\dots\dots (4)$$

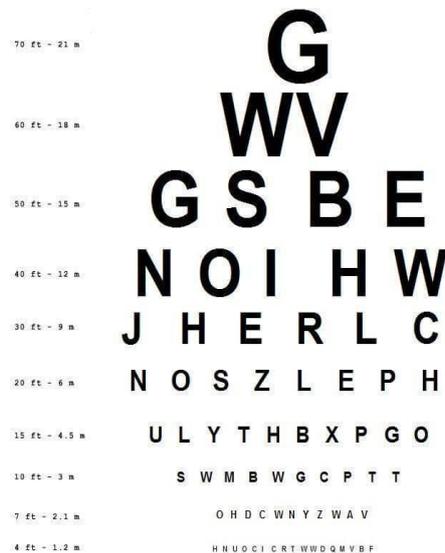
Keterangan :

K : kekuatan lensa (dioptri = D)

PP : titik terdekat mata hipermetropi (cm)

2.3 Pengertian Dan Kegunaan Snellen Chart

Snellen chart adalah poster yang berfungsi untuk mendeteksi tajam penglihatan seseorang. Berhubung ada perbedaan antara sistem pengukuran yang dipakai di Indonesia (juga sebagian besar negara lain di dunia) dan Amerika Serikat, *Snellen chart* ini pun terdapat dalam dua versi angka. Yang satu dalam angka metrik dan yang satu lagi dalam angka imperial. Snellen chart metrik dinyatakan dalam perbandingan 6 meter (6/6, 6/9, 6/12, dan seterusnya sampai 6/60). Sedangkan *Snellen chart* imperial adalah seperti yang terdapat pada gambar 2.5 kertas *Snellen Chart* dibawah ini. Angkanya dinyatakan dalam perbandingan 20 kaki (20/20 sampai 20/200).



Gambar 2.5 Kertas Snellen Chart

(Sasmita, 2012)

Dalam pemeriksaan tajam penglihatan, angka yang berperan penting adalah angka di sebelah baris terbawah yang bisa dibaca oleh subjek. Misalnya subjek hanya bisa membaca sampai baris 6/9, ini berarti orang dengan tajam penglihatan normal sudah dapat membaca baris tersebut pada jarak 9 meter. Sementara itu subjek baru dapat membacanya pada jarak 6 meter. Semakin tinggi letak baris terbawah yang bisa dibaca oleh subjek, berarti semakin buruk tajam penglihatannya (Sasmita, 2012).

Snellen Chart ini berguna untuk pengecekan kondisi rabun mata seseorang yang digunakan di optik untuk mengetahui jarak pandang seseorang. Proses pengecekan menggunakan *Snellen Chart* sangatlah mudah pengecekan dilakukan pada tempat yang tidak terlalu terang, pertama yang harus dilakukan adalah pasien duduk dari kartu *Snellen Chart* sejauh 6 meter dengan satu mata ditutup dan dilakukan secara bergantian dari mata kiri ke mata kanan. Kemudian pasien harus membaca huruf-huruf yang ada pada *Snellen Chart* mulai dari huruf yang terkecil sampai huruf yang terbesar yang dapat dibaca. Biasanya penglihatan normal mempunyai tajam penglihatan 6/6. Hasil dari proses itu kuncinya terletak pada huruf terakhir yang dapat dibaca, dari huruf terakhir tersebut dapat diperoleh data tentang nilai dari kemampuan pandangan pasien. Nilai perbandingan adalah nilai dari kemampuan penglihatan mata rabun dibandingkan dengan nilai dari kemampuan penglihatan dari mata orang yang normal (Ilyas.SpM, 2006).

2.4 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu didepan frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima struktur unit pemancar dan penerima. Sangatlah sederhana sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 20 kHz hingga 2 MHz. Struktur atom dari Kristal piezoelectric menyebabkan berkontraksi mengembang atau menyusut, sebuah polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelectric pada sensor ultrasonik.

Pantulan gelombang ultrasonik terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek piezoelectric menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama (Arasada, 2017).

2.4.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Pada dasarnya, HC-SR04 terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40 KHz, sebuah *speaker* ultrasonik, dan sebuah mikrofon ultrasonik. *Speaker* ultrasonik berperan sebagai *transmitter* atau pemancar yang mengubah sinyal 40 KHz menjadi gelombang suara, sedangkan mikrofon ultrasonik berperan sebagai *receiver* atau penerima berfungsi untuk mendeteksi pantulan gelombang suara.

Pada modul HC-SR04 terdapat 4 buah pin yang digunakan untuk jalur *Supply* (+5V), *Ground*, *Trigger*, dan *Echo*. Pin *Trigger* berfungsi untuk mengirimkan sinyal ultrasonik, sedangkan pin *Echo* berfungsi untuk menerima sinyal ultrasonik ketika di depan sensor terdapat objek yang menghalangi.

Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, dimana sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya. Perbedaan waktu antara gelombang suara dipancarkan dengan ditangkapnya kembali gelombang suara tersebut adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindra diantaranya adalah: objek padat, cair, butiran maupun tekstil (Syam, 2013). Untuk lebih jelas melihat konfigurasi pin pada sensor ultrasonik HC-SR04 pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Sensor Ultrasonik HC-SR04
(Datasheet HC-SR04)

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Parameter	Spesifikasi
Tegangan Operasi	+5 VDC
Arus Operasi	15 mA
Frekuensi Operasi	40 KHz
Jarak Maksimum	400 cm
Jarak Minimum	2 cm
Sudut Deteksi	15°
Resolusi	0.3 cm
Sinyal <i>Trigger Input</i>	>10 μ s TTL <i>pulse</i>
Sinyal <i>Output</i>	TTL <i>pulse with width representing distance</i>
Dimensi	45 20 x 15 mm

Tabel 2.2 Keterangan Pin Sensor Ultrasonik HC-SR04

No. Pin	Nama	Fungsi
1	VCC	+5 Vdc / Tegangan positif sensor
2	Trig	Membangkitkan sinyal ultrasonik
3	Echo	Mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik
4	GND	<i>Ground</i> / Tegangan negatif sensor

2.4.2 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

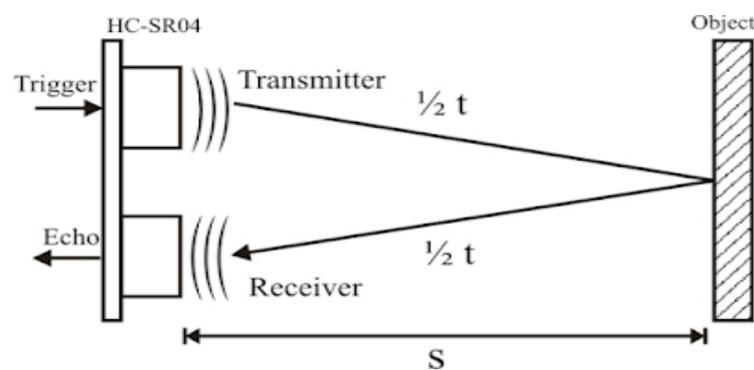
Prinsip kerja sensor ini adalah transmitter mengirimkan sebuah gelombang ultrasonik lalu diukur dengan waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek. Lamanya waktu ini sebanding dengan Hcsr-f-04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3cm–3m dengan output panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu TRIGGER dan ECHO. Untuk mengaktifkan HCSR-F-04 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin TRIGGER minimal 10 μ s, selanjutnya HCSR-F-04 mengirimkan pulsa positif melalui pin ECHO selama 100 μ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek. Spesifikasi dari sensor ultrasonik HCSR-F-04 adalah sebagai berikut:

- a. Dimensi: 24mm (P) x 20mm (L) x 17mm (T).
- b. Konsumsi Arus: 30 mA (rata-rata), 50 mA (max).
- c. Jangkauan: 3 cm–3 m.
- d. Sensitifitas: Mampu mendeteksi objek dengan diameter 3 cm pada jarak > 1m.

Frekuensi kerja sensor ultrasonik pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz – 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Dalam salah satu versi indikator ketinggian ultrasonik, sebuah pemancar atau penerima diletakkan diatas permukaan cairan. Pulsa-pulsa ultrasonik dihasilkan dan bergerak turun ke permukaan cairan dan kemudian dipantulkan kembali ke penerima. Waktu yang diperlukan dari proses emisi sampai penerimaan pulsa-pulsa digunakan sebagai ukuran posisi permukaan cairan. *Error* pengukuran dapat terjadi karena perubahan temperatur, mengingat perubahan temperatur ini mempengaruhi kecepatan gelombang suara. *Error* biasanya berkisar 0,18% per °C.

Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan *piezoelectric* dengan frekuensi tertentu. *Piezoelectric* ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz ketika sebuah

osilator diterapkan pada benda tersebut. Alat ini secara umum memancarkan gelombang suara ultrasonik menuju suatu target yang memantulkan balik gelombang kearah sensor. Kemudian sistem akan mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali ke sensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam medium. Untuk lebih jelas melihat dari prinsip kerja sensor ultrasonik pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Azhari, Lestari, Aryani, & BETA, 2016)

Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah ketika pulsa *trigger* diberikan pada sensor dalam keadaan logika “1” atau “*HIGH*” selama $10 \mu\text{s}$, *transmitter* akan mulai memancarkan 8 *step* sinyal gelombang ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 KHz, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan *output* TTL (*Time to Live*) transisi naik yang menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran. Sinyal akan diterima pin *Echo*, kemudian *receiver* menerima pantulan yang dihasilkan oleh suatu objek maka pengukuran waktu akan dihentikan dengan menghasilkan *output* TTL transisi turun. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40 KHz. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi berfrekuensi tinggi (*ultrasound*) sebanyak 8 kali dan merambat melalui udara dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut. Setelah gelombang

pantulan sampai di alat penerima (*receiver*), sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda. Jarak antara sensor dan objek yang memantulkan kembali gelombang suara ultrasonik dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$s = \frac{V \times T}{2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

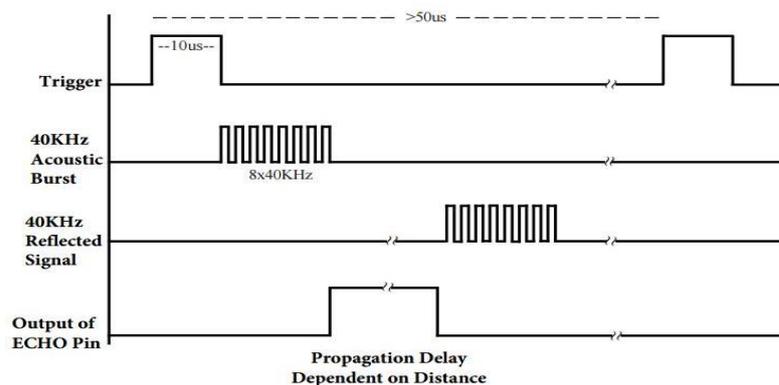
Keterangan :

V = Cepat rambat gelombang suara (344 m/s)

S = Jarak antara sensor dengan objek (m)

T = Selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh *transmitter* menuju *receiver* (s).

Prinsip pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 adalah diawali dengan memberikan pulsa *low* (0) ketika modul mulai dioperasikan, kemudian berikan pulsa *high* (1) pada *trigger* selama 10 μ s sehingga modul mulai memancarkan gelombang kotak dengan frekuensi 40 KHz, tunggu hingga transisi naik terjadi pada *output* dan mulai perhitungan waktu hingga transisi turun terjadi. Setelah itu gunakan rumus perhitungan untuk mengukur jarak antara sensor ultrasonik dengan objek. *Timing diagram* pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 2.8.

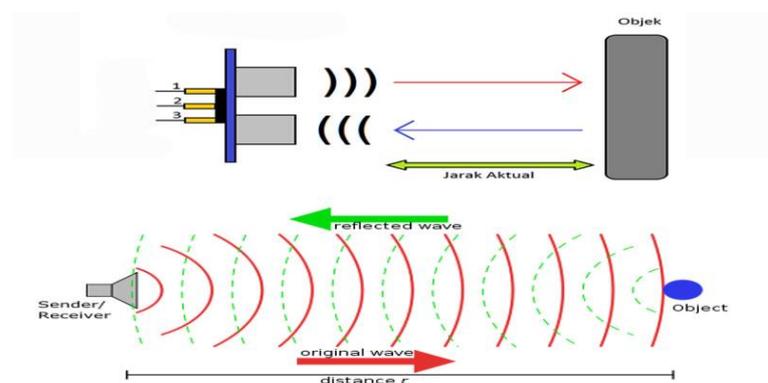


Gambar 2.8 Timing Diagram Pengoperasian HC-SR04

(Hagiato, 2011)

Penjelasannya :

1. Pin *Trigger* pada HC-SR04 diberikan pulsa “*HIGH*” (mendapat *supply* catu daya 5V) selama 10 μ s untuk menginisialisasi siklus pengiriman sinyal ultrasonik pada sensor.
2. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tinggi yaitu 40 KHz sebanyak 8 kali dan diikuti pin “*Echo*” yang akan berlogika 1 setelah sinyal ultrasonik dipancarkan.
3. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan kembali oleh benda tersebut.
4. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak antara sensor dengan benda akan dihitung berdasarkan lama waktu pin “*Echo*” berada dalam kondisi “*HIGH*”. Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Cara Kerja Sensor Ultrasonik Dengan *Transmitter* dan *Receiver*

(Hagiato, 2011)

2.4.3 Rangkaian Sensor Ultrasonik

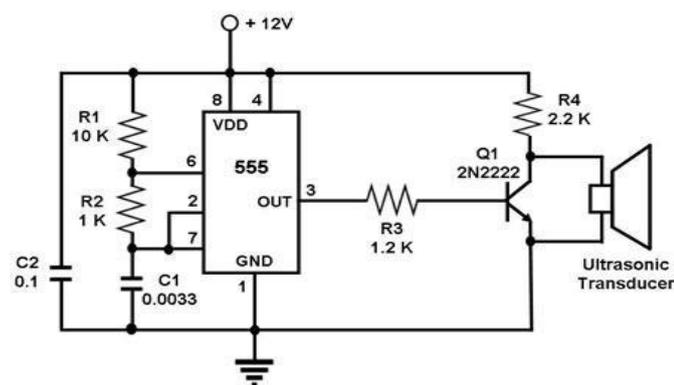
2.4.3.1 *Piezoelectric*

Piezoelectric berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Bahan *piezoelectric* adalah material yang memproduksi medan listrik

ketika dikenai regangan atau tekanan mekanis. Sebaliknya, jika medan listrik diterapkan, maka material tersebut akan mengalami regangan atau tekanan mekanis. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen *piezoelectric* yang sama, maka dapat digunakan sebagai *transmitter* dan *receiver*. Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada osilatornya yang disesuaikan frekuensi kerja dari masing-masing transduser. Karena kelebihan inilah maka transduser *piezoelectric* lebih sesuai digunakan untuk sensor ultrasonik.

2.4.3.2 Transmitter

Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen RLC atau kristal tergantung dari desain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator (Permatasari, 2018). Rangkaian Skematik *Transmitter* pada ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 2.10.

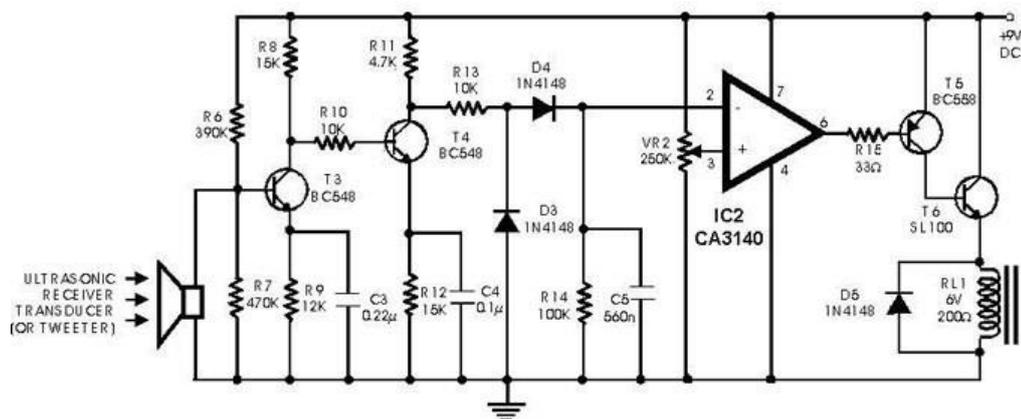


Gambar 2.10 Rangkaian Skematik Transmitter pada Ultrasonik

(Permatasari, 2018)

2.4.3.3 Receiver

Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan *piezoelectric*, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari *transmitter* yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (*Line of Sight*) dari transmitter. Oleh karena bahan *piezoelectric* memiliki reaksi yang *reversible*, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan *piezoelectric* tersebut (Bakhtiyar & Suprianto, 2017). Rangkaian Skematik *Receiver* pada ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Rangkaian Skematik Receiver Pada Ultrasonik

(Hari, 2015)

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik yang terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O (input/output), bahkan sudah dilengkapi dengan ADC (Analog-to-Digital Converter) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler adalah tersedianya RAM (Random Access Memory) dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Mikrokontroler pertama kali dikenalkan oleh Texas Instrument pada tahun 1974 dengan seri TMS-1000. Mikrokontroler pertama ini merupakan mikrokontroler 4

bit. Mikrokontroler ini memiliki sebuah chip yang telah dilengkapi dengan RAM dan ROM (Read Only Memory). Selanjutnya, pada tahun 1976 Intel mengeluarkan mikrokontroler 8 bit dengan nama 8748 yang merupakan mikrokontroler dari keluarga MCS-48. Untuk saat ini telah pasaran 2 Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino banyak ditemui tipe-tipe mikrokontroler mulai dari 8 bit sampai dengan 64 bit. Masing-masing fabrikasi (vendor) mengeluarkan mikrokontroler yang telah dilengkapi dengan berbagai fasilitas sehingga memudahkan pengguna (user) untuk merancang sebuah sistem dengan komponen luar yang relatif lebih sedikit (Junaidi & Prabowo, 2018).

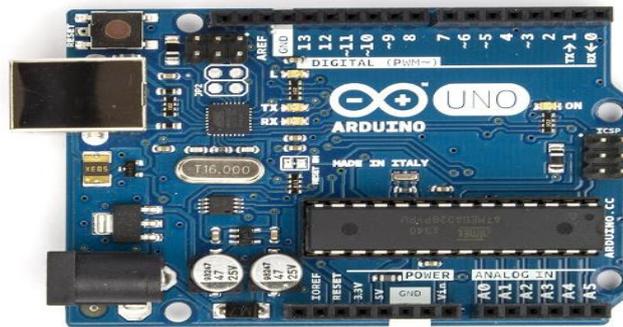
2.5.1 Pengenalan Arduino Uno R3

Arduino Uno merupakan salah satu Arduino yang murah, mudah didapat, dan sering digunakan. Arduino Uno ini dibekali dengan mikrokontroler ATMEGA328P yang disebut sebagai papan pengembangan, karena *board* ini memang berfungsi sebagai arena *prototyping* sirkuit mikrokontroler. Dengan adanya papan pengembangan ini lebih mudah untuk merakit rangkaian elektronika mikrokontroler dibandingkan harus merakit Atmega328 dari awal di *breadboard*, dan versi terakhir yang dibuat adalah versi R3. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja (Armando, 2018).

Arduino Uno R3 merupakan papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis *chip* ATmega 328P. Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input / output* atau biasa di tulis I/O, dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM antara lain 0 sampai 13, 6 pin input analog menggunakan *crystal* 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB, *jack* listrik, *header* I2C dan tombol *reset* (Junaidi & Prabowo, 2018). Hal berikut merupakan semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkan ke komputer dengan kabel USB atau diberi *power* dengan adaptor AC-DC atau baterai, kemudian sudah dapat mengoperasikan dengan Arduino Uno tanpa khawatir akan melakukan sesuatu yang salah. Kemungkinan

jika paling buruk hanyalah terjadi kerusakan pada chip Atmega328, akan tetapi itu bisa diganti sendiri dengan mudah dan harga relatif murah (Armando, 2018).

Hal ini adalah diperlukan untuk mendukung rangkaian mikrokontroler. Untuk melihat bentuk keseluruhan dari arduino uno dapat dilihat pada gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2.12 Arduino Uno R3

(Datasheet Arduino Uno R3)

2.5.2 Mikrokontroler ATmega328

Papan rangkaian pada alat pengaman pintu otomatis ini dibuat berdasarkan sirkuit Arduino Uno dengan menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin digital *input* atau *output* (6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, *clock speed* 16 MHz, koneksi USB, *jack listrik*, *header ICSP*, dan tombol *reset*. *Board* ini menggunakan daya yang terhubung ke komputer dengan kabel USB atau daya eksternal dengan adaptor AC-DC atau baterai. Mikrokontroler ATmega328 memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi Mikrokontroler ATmega328

Nama	Keterangan
Mikrokontroler	ATmega328
<i>Operating Voltage</i>	5 V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7 – 12 V
<i>Input Voltage (limits)</i>	6 – 20 V
Digital I/O Pin	14 (6 PWM)
Analog <i>Input</i> Pin	6
<i>DC current 3.3 V</i>	40 mA
<i>DC current for I/O pin</i>	40 mA
<i>Flash memory</i>	32KB (ATmega328)
<i>SRAM</i>	2 KB (ATmega328)
<i>EEPROM</i>	4 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	16 Hz

2.5.3 Konfigurasi Pin ATmega328

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

hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas (Armando, 2018). Untuk lebih jelas dari konfigurasi pin ATMEga328 dapat dilihat pada gambar 2.13 berikut.

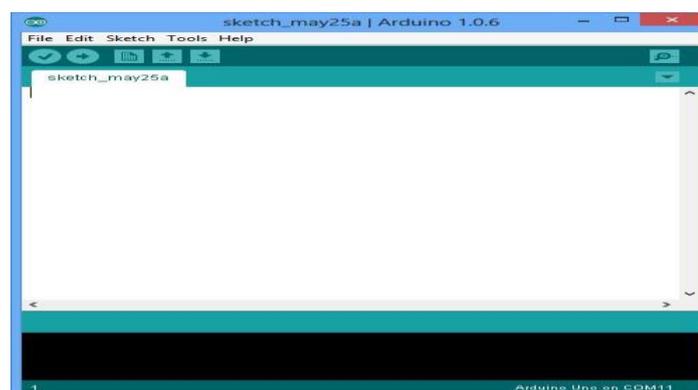


Gambar 2.13 Konfigurasi Pin ATMEga328

(Datasheet Arduino Uno R3)

2.6 IDE Arduino

IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan *source* program, kompilasi, *upload* hasil kompilasi dan uji coba secara terminal serial (Perdana, 2018). IDE arduino dapat dilihat pada gambar 2.14.



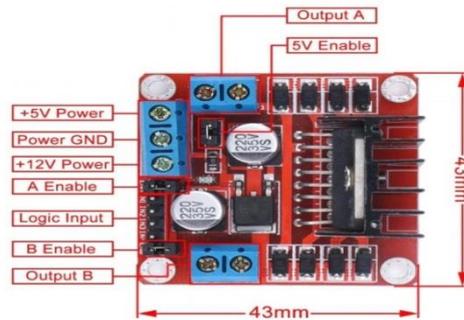
Gambar 2.14 IDE Arduino

(Perdana, 2018)

- a) Icon menu *verify* yang bergambar ceklis berfungsi untuk mengecek program yang ditulis apakah ada yang salah atau error.
- b) Icon menu *upload* yang bergambar panah ke arah kanan berfungsi untuk memuat/*transfer* program yang dibuat di *software* arduino ke hardware arduino.
- c) Icon menu *New* yang bergambar sehelai kertas berfungsi untuk membuat halaman baru dalam pemrograman.
- d) Icon menu *Open* yang bergambar panah ke arah atas berfungsi untuk membuka program yang disimpan atau membuka program yang sudah dibuat dari pabrikan *software* arduino.
- e) Icon menu *Save* yang bergambar panah ke arah bawah berfungsi untuk menyimpan program yang telah dibuat atau dimodifikasi.
- f) Icon menu *serial monitor* yang bergambar kaca pembesar berfungsi untuk mengirim atau menampilkan serial komunikasi data saat dikirim dari *hardware* arduino.

2.7 Modul L298N

Modul L298N adalah IC yang digunakan sebagai driver motor DC pada penelitian ini. IC ini menggunakan prinsip kerja H-Bridge. Tiap H-Bridge dikontrol menggunakan level tegangan TTL yang berasal dari output mikrokontroler. Tegangan yang dapat digunakan untuk mengendalikan robot bisa mencapai tegangan 46 VDC dan arus 2A untuk setiap kanalnya. IC L298 terdiri dari transistor-transistor logic (TTL) dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc dan motor stepper. IC ini dapat mengendalikan 2 untuk motor dc namun hanya dapat mengendalikan 1 motor stepper (Mujadin & Astharini, 2016). Untuk melihat lebih jelas modul L298N dapat dilihat pada gambar 2.15 berikut.



Gambar 2.15 Modul L298N
(Datasheet Modul L298N)

Keterangan :

- Enable A : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor A
- Enable B : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor B
- Jumper 5vdc : berfungsi sebagai mode pemilihan sumber tegangan 5Vdc, jika tidak dijumpers maka akan ke mode sumber tegangan 12 Vdc
- Control Pin : berfungsi sebagai kendali perputaran dan kecepatan motor yang dihubungkan ke Mikrokontroler

Spesifikasi dari Modul Driver Motor L298N

- Menggunakan IC L298N (*Double H bridge Drive Chip*)
- Tegangan minimal untuk masukan power antara 5V-35V
- Tegangan operasional : 5V
- Arus untuk masukan antara 0-36mA
- Arus maksimal untuk keluaran per Output A maupun B yaitu 2A
- Daya maksimal yaitu 25W
- Dimensi modul yaitu 43 x 43 x 26mm

2.8 Motor Stepper

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronik menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang

membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa (Prakasa, 2017). Pada gambar 2.16 merupakan bentuk dari motor stepper.



Gambar 2.16 Motor Stepper

(Prakasa, 2017)

Keunggulannya antara lain adalah :

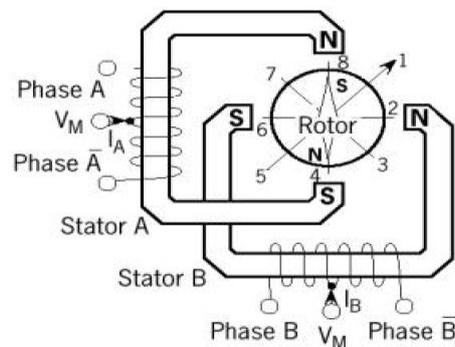
- a) Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
- b) Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak.
- c) Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi.
- d) Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran).
- e) Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC.
- f) Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya.
- g) Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.

2.8.1 Jenis-jenis Motor Stepper

Berdasarkan metode perancangan rangkaian pengendalinya, motor stepper dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu unipolar dan bipolar.

2.8.1.1 Motor Stepper Unipolar

Rangkaian pengendali motor stepper unipolar lebih mudah dirancang karena hanya memerlukan satu switch / transistor setiap lilitannya. Untuk menjalankan dan menghentikan motor ini cukup dengan menerapkan pulsa digital yang hanya terdiri atas tegangan positif dan nol (ground) pada salah satu terminal lilitan (wound) motor sementara terminal lainnya dicatu dengan tegangan positif konstan (V_M) pada bagian tengah (center tap) dari lilitan (Kalatiku & Joeфриe, 2011). Berikut gambar 2.17 Motor Stepper Dengan Lilitan Unipolar.

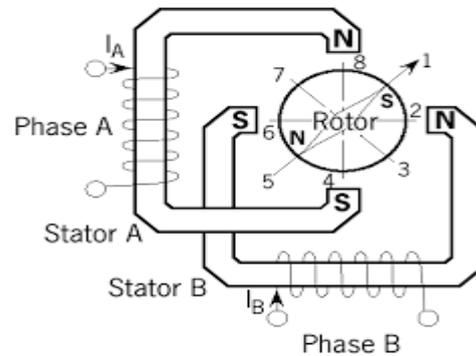


Gambar 2.17 Motor Stepper Dengan Lilitan Unipolar

(Kalatiku & Joeфриe, 2011)

2.8.1.2 Motor Stepper Bipolar

Untuk motor stepper dengan lilitan bipolar, diperlukan sinyal pulsa yang berubah-ubah dari positif ke negatif dan sebaliknya. Jadi pada setiap terminal lilitan (A & B) harus dihubungkan dengan sinyal yang mengayun dari positif ke negatif dan sebaliknya. Karena itu dibutuhkan rangkaian pengendali yang agak lebih kompleks dari pada rangkaian pengendali untuk motor unipolar. Motor stepper bipolar memiliki keunggulan dibandingkan dengan motor stepper unipolar dalam hal torsi yang lebih besar untuk ukuran yang sama (Kalatiku & Joeфриe, 2011). Pada gambar 2.18 Motor Stepper Dengan Lilitan Bipolar berikut.

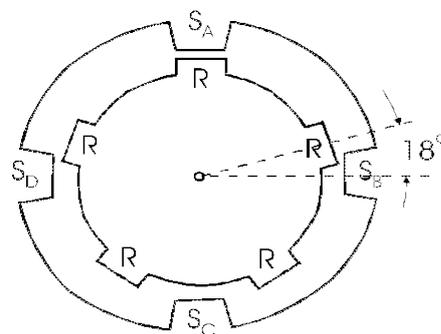


Gambar 2.18 Motor Stepper Dengan Lilitan Bipolar

(Kalatiku & Joefrie, 2011)

2.8.2 Prinsip Kerja Motor Stepper

Pada prinsip kerja motor stepper ini sama seperti halnya pada motor induksi, motor stepper memiliki bagian-bagian utama berupa stator magnet permanen, dan lilitan kawat pada rotor. Hal yang membedakan motor stepper dari motor induksi biasa adalah motor stepper memiliki beberapa lilitan pada rotor, yang jumlahnya ditunjukkan oleh jumlah bit motor stepper tersebut dan juga menunjukkan besar derajat pada setiap langkah putaran. Pada motor stepper empat bit terdapat empat lilitan yang menentukan gerakan rotor (Prakasa, 2017). Dengan bantuan pada gambar 2.19 di bawah ini, akan dijelaskan prinsip kerja dari motor stepper.



Gambar 2.19 Prinsip Kerja Motor Stepper

(Prakasa, 2017)

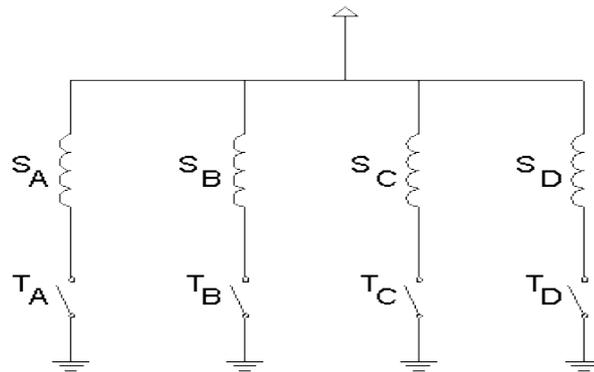
Jika suatu lilitan induktor dengan arah tertentu dialiri arus listrik searah, akan timbul medan magnet berkutub utara-selatan pada ujung-ujung inti besinya. Medan magnet pada keempat lilitan stator motor stepper S_A , S_B , S_C , dan S_D , dapat diaktifkan masing-masing. Pengaktifan medan magnet pada satu lilitan stator akan menarik ujung rotor R untuk mensejajarkan dengan stator penarik. Misalkan gambar di atas menunjukkan kondisi awal suatu motor stepper, dimana salah satu ujung rotor R sedang sejajar dengan lilitan stator S_A . Jika dalam keadaan tersebut aktivitas pemberian arus dipindahkan ke lilitan S_B , maka ujung rotor R yang terdekat dengan S_B akan segera mensejajarkan diri dengan S_B . Berarti, rotor akan berputar searah jarum jam sejauh $1,8^\circ$. Sebaliknya, jika dari kondisi awal lilitan pada stator S_D yang diaktifkan, maka rotor akan berputar berlawanan dengan arah jarum jam sejauh $1,8^\circ$, hingga ujung rotor yang terdekat menjadi sejajar dengan S_D . Jadi, untuk memutar rotor sejauh 360° searah jarum jam, diperlukan 200 langkah aktivasi ($360^\circ = 200 \times 1,8^\circ$), yaitu $S_B, S_C, S_D, S_A, S_B, \dots$ dst.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa jika lilitan stator diaktifkan satu persatu secara bergiliran, maka stator akan berputar sejauh $1,8^\circ$ /langkah. Namun, besarnya sudut putar ini bisa diperkecil lagi dengan menambahkan kombinasi berupa aktivasi dua lilitan stator. Sebagai contoh, dari kondisi awal pada gambar di atas, jika lilitan stator S_A dan S_B diaktifkan, maka rotor akan bergerak searah jarum jam sebesar $0,9^\circ$ (*half step*). Jika keadaan terakhir dilanjutkan lagi dengan mengaktifkan lilitan stator S_B , maka putaran akan berlanjut sejauh $0,9^\circ$ lagi. Putaran sebesar $0,9^\circ$ berikutnya, dapat dilakukan dengan mengaktifkan lilitan stator S_B dan S_C , dan demikian seterusnya. Cara ini dapat dilakukan untuk memperhalus sudut putar motor stepper. Disamping cara tersebut, penghalusan putaran dapat juga dilakukan dengan menggunakan roda gigi atau roda bertali, yang dapat memperkecil derajat putar dalam setiap langkahnya.

2.8.3 Prinsip Pengendalian Motor Stepper

Pada gambar dan tabel berikut ini dapat dilihat prinsip pengendalian motor stepper. Jika seluruh saklar dalam keadaan terbuka (OFF alias berkondisi 0), maka

motor berada dalam keadaan diam. Jika saklar ditutup dan dibuka secara bergiliran sebagai berikut, T_A , T_B , T_C , T_D , maka motor akan bergerak sejauh 4 langkah ($4 \times 1,8^\circ$) searah jarum jam. Sebaliknya, motor akan bergerak sejauh 4 langkah berlawanan dengan arah jarum jam, jika saklar ditutup dan dibuka menurut urutan T_D , T_C , T_B , T_A . Pada gambar 2.20 berikut merupakan prinsip pengendalian motor stepper.



Gambar 2.20 Prinsip Pengendalian Motor Stepper

(Prakasa, 2017)

Tabel 2.4 Gerakan Motor Stepper

S_A	S_B	S_C	S_D	Gerakan
0	0	0	0	X
1	0	0	0	CW
0	1	0	0	CW
0	0	1	0	CW
0	0	0	1	CW
1	0	0	0	CW
0	0	0	1	CCW
0	0	1	0	CCW
0	1	0	0	CCW
1	0	0	0	CCW

Catatan

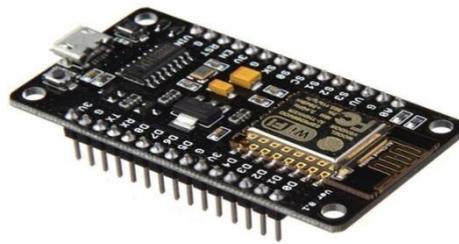
CW : Clock Wise (Searah jarum Jam)

CCW: Counter Clock Wise (Berlawanan dengan arah jarum jam)

2.9 NodeMCU V3

NodeMCU adalah sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi). Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun controlling pada proyek IOT. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan compiler-nya Arduino, menggunakan Arduino IDE. Bentuk fisik dari NodeMCU ESP 8266, terdapat port USB (mini USB) sehingga akan memudahkan dalam pemrogramannya. NodeMCU ESP8266 merupakan

modul turunan pengembangan dari modul platform IoT (Internet of Things). Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “Connected to Internet“ (Artanto, 2018). Pada gambar 2.19 merupakan bentuk NodeMCU ESP8266 V3 lolin.



Gambar 2.21 NodeMCU ESP8266 V3 Lolín

(Artanto, 2018)

2.9.1 Konfigurasi Pin NodeMCU Lolín V3

NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino yang terkoneksi dengan ESP8266. NodeMCU telah me-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang sudah terintegrasi dengan berbagai feature selayaknya mikrokontroler dan kapasitas akses terhadap wifi dan juga chip komunikasi yang berupa USB to serial. Sehingga dalam pemrograman hanya dibutuhkan kabel data USB. Karena sumber utama dari NodeMCU adalah ESP8266 khususnya seri ESP-12 yang termasuk ESP-12E. Maka fitur – fitur yang dimiliki oleh NodeMCU akan lebih kurang serupa dengan ESP-12 (Ramdhan, 2018). Konfigurasi pin NodeMCU Lolín V3 dapat dilihat pada gambar 2.20 berikut:



Gambar 2.23 Modul Regulator LM2596

(Permatasari, 2018)

2.11 JP Printer Thermal

JP Mini Thermal printer 58mm adalah printer yg sangat kecil, portable, berukuran mini & cocok sbagai aksesories tambahan di minsys agan sperti Arduino, Raspberry Pi & lainnya. Printer thermal ini berfungsi seperti pada printer biasanya yaitu dapat mencetak karakter huruf, angka dan barcode.



Gambar 2.24 JP Ptinter Thermal

(Surtono, 2015)

Spesifikasi dari JP Printer Thermal

- Metode pencetakan: Thermal
- Resolusi: 8 titik / mm, 384 titik / garis Lebar
- cetak efektif: 48mm
- Set karakter: ASCII, GB2312-80 (Cina)
- Jenis huruf cetak: ANK: 5 x 7, Cina: 12 x 24, 24 x 24

- Jenis kertas: Kertas termal
- Lebar kertas: 57,5 +/- 0,5mm
- Diameter gulungan: 40mm (maks)
- Keandalan: Mean Cycle Between Failure (MCBF) 500 juta baris
Antarmuka: Serial (RS-232, TTL)
- Kedalaman menanamkan: 34.65mm
- Catu daya (Adaptor): DC 5V - 9V
- Ukuran port instalasi: 72,8 x 73,26 mm
- Temperatur pengoperasian: 5 Deg.C - 50 Deg.C
- Kelembaban 10 persen hingga 80 persen
- Suhu penyimpanan: -20 Deg.C - 60 Deg.C
- Kelembaban penyimpanan: 10 persen hingga 90 persen
- Kecepatan cetak: 60 - 80mm / s