

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penjelasan Mata

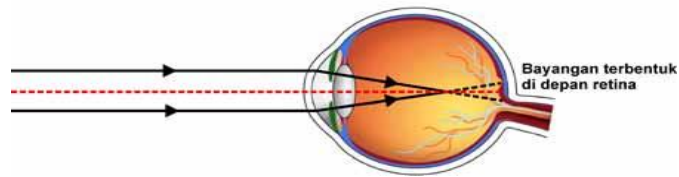
Mata adalah salah satu organ tubuh vital untuk indra penglihatan pada manusia. Mata merupakan sistem optik kompleks yang mengumpulkan dan menerima berkas-berkas cahaya pada retina dari lingkungan sekitarnya, mengatur intensitas melalui diafragma, memfokuskan melalui penyesuaian lensa untuk membentuk sebuah gambar, mengkonversi gambar tersebut menjadi satu himpunan sinyal listrik, dan mentransmisikan sinyal-sinyal ke otak melalui jalur saraf kompleks yang menghubungkan mata melalui saraf optik menuju korteks visual dan area lain dari otak untuk ditafsirkan. (Lubis, Megawati, & Lubis, 2016).

2.2 Penyakit Mata

Mata yang jangkauan pandangnya tidak sama dengan jangkauan pandang mata normal disebut penyakit mata, yang terdiri dari rabun jauh (miopi) dan rabun dekat (hipermetropi).

2.2.1 Rabun Jauh (*miopi*)

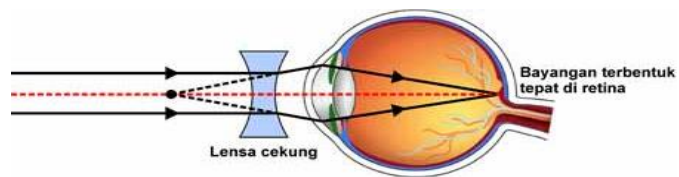
Miopi dari bahasa Yunani yaitu *myopia* "penglihatan-dekat" atau rabun jauh (miopi) adalah mata yang hanya dapat melihat dengan jelas benda-benda dekat. Pada rabun jauh, bayangan benda jauh jatuh di depan retina. Miopi dapat terjadi karena bola mata yang terlalu panjang atau karena kelengkungan kornea yang terlalu besar sehingga cahaya yang masuk tidak difokuskan secara baik dan objek jauh tampak buram. Perhatikan gambar berikut ini 2.1 dengan mata yang menderita miopi dan pada gambar 2.2 dengan mata miopi menggunakan lensa cekung (Sukmono, 2009).



Gambar 2.1 Mata Penderita *Miopi*

(MIPA, 2017)

Pada gambar 2.1 merupakan gambar sketsa mata penderita *Miopi*.



Gambar 2.2 Mata *Miopi* Dengan Lensa Cekung

(MIPA, 2017)

Pada gambar 2.2 merupakan gambar sketsa mata *Miopi* dengan lensa cekung.

Keterangan :

- Gambar 2.1 : Pada mata rabun jauh (*miopi*), bayangan benda jatuh di depan retina.
- Gambar 2.2 : Dengan menggunakan kacamata berlensa cekung (negatif/divergen), bayangan benda jatuh tepat di retina.

Seseorang yang menderita rabun jauh hanya dapat melihat dengan jelas objek di titik dekatnya (pada jarak 25cm). 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 (Priambodo, Rizal, & Halomoan, 2012).

Untuk mengitung kekuatan lensa penderita rabun jauh yaitu berdasarkan persamaan (1) sebagai berikut.

$$K = -\frac{100}{PR} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

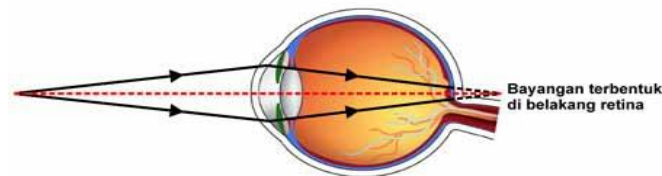
K = kekuatan lensa (dioptri = D)

PR = punctum remotum atau titik jauh miopi (cm)

2.2.2 Rabun Dekat (Hipermetropi)

Rabun dekat (Hipermetropi) adalah mata yang tidak dapat melihat benda-benda dekat dengan jelas. Pada rabun dekat, bayangan benda akan jatuh di belakang retina. Hipermetropi dapat terjadi karena bola mata yang terlalu pendek atau kelengkungan kornea yang kurang, akibatnya bayangan benda dekat menjadi terlihat kabur. Penderita juga akan sulit untuk melakukan kegiatan yang membutuhkan ketelitian tinggi (Priambodo, Rizal, & Halomoan, 2012).

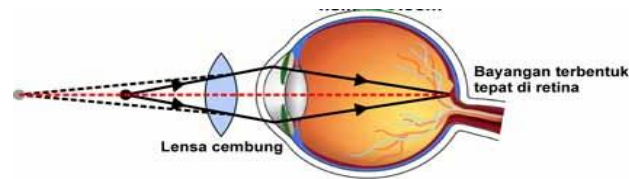
Perbaikan penglihatan dapat dilakukan dengan memakai kacamata berlensa positif (cembung). Perhatikan gambar berikut ini 2.3 dengan mata yang menderita hipermetropi dan pada gambar 2.4 dengan mata hipermetropi menggunakan lensa cembung.



Gambar 2.3 Mata Penderita *Hipermetropi*

(MIPA, 2017)

Pada gambar 2.3 merupakan gambar sketsa mata penderita *Hipermetropi*.



Gambar 2.4 Mata *Hipermetropi* Dengan Lensa Cembung

(MIPA, 2017)

Pada gambar 2.4 merupakan gambar sketsa mata *Hipermetropi* dengan lensa cembung.

Keterangan gambar:

Gambar 2.3 : Skema jalannya sinar pada cacat mata rabun jauh (hipermetropi).

Gambar 2.4 : Skema jalannya sinar pada mata hipermetropi setelah menggunakan kacamata yang berlensa cembung (positif/konvergen).

Titik dekat mata seseorang yang menderita rabun dekat atau hipermetropi lebih jauh dari jarak baca normal ($PP > 25$ cm). 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 (Priambodo, Rizal, & Halomoan, 2012).

untuk mengitung kekuatan lensa penderita rabun dekat yaitu berdasarkan persamaan (2) sebagai berikut.

$$K = 4 - \frac{100}{PP} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

K : kekuatan lensa (dioptri = D)

PP = titik terdekat mata hipermetropi (cm)

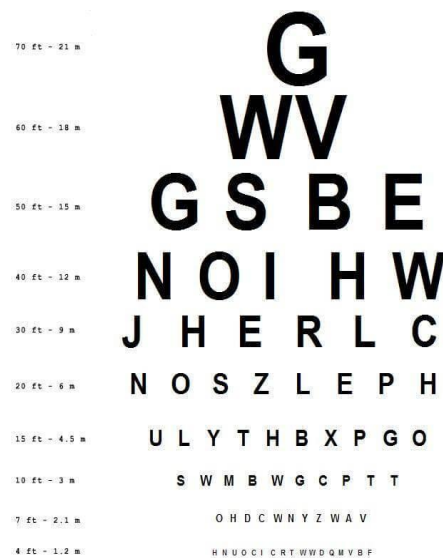
2.3 Pengertian Dan Kegunaan *Snellen Chart*

Pemeriksaan ketajaman visus mata umumnya dilakukan dengan bantuan kartu Snellen atau Snellen chart. Kartu ini dikembangkan oleh seorang dokter spesialis mata dari Belanda, Herman Snellen, pada tahun 1860an. Ada banyak variasi dari kartu Snellen ini. Namun, secara umum ada sebelas baris huruf kapital yang berisi beberapa macam huruf. Semakin ke bawah ukuran tulisan akan semakin kecil. Snellen Chart adalah suatu papan huruf yang tersusun dari beberapa ukuran huruf yang sudah terorganisasi dengan baik. Snellen Chart berguna dalam proses pengecekan kondisi rabun mata seseorang yang digunakan di klinik-klinik untuk mengetahui jarak pandang seseorang. Proses pengecekan menggunakan Snellen Chart sangatlah mudah, pertama yang harus dilakukan adalah pasien berdiri dari objek chart sejauh 6 meter, kemudian pasien harus membaca huruf-huruf yang ada pada Snellen Chart mulai dari huruf yang terkecil sampai huruf yang terbesar yang dapat dibaca. 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. 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 di gambar di bawah ini. Angkanya dinyatakan dalam perbandingan 20 kaki (20/20 sampai 20/200). Apakah 20 kaki sama dengan 6 meter? Sebenarnya tidak: 20 kaki sama dengan 6 meter lebih 10 cm (tepatnya 609.6 cm). Tapi tentu saja kelebihan 10 cm itu boleh diabaikan (Ilyas.SpM, 2006).

Setiap jarak uji akan dicari minimal 5 font dengan perbandingan ukuran 6/6, 6/9, 6/12, 6/15, 6/18 dikalikan dengan ukuran dari normal font masing-masing jarak uji. Sedangkan untuk bentuk font akan disesuaikan dengan ukuran

standart yang sedang berlaku berdasarkan dari nilai tinggi font hasil dari perhitungan diatas.

Agustus Colenbrander adalah Afiliasi Ilmuwan Senior di Kettlewell Smith Eye Research Institute (SKERI). Menurut Dr Agustus Colenbrander, berlawanan dengan kepercayaan populer, 20/20, sebenarnya tidak normal atau rata-rata, apalagi sempurna, ketajaman. Ketajaman normal pada orang dewasa yang sehat adalah satu atau dua baris yang lebih baik. Ketajaman rata-rata dalam suatu populasi sampel tidak jatuh ke tingkat 20/20 sampai umur 60 atau 70. Hal ini menjelaskan adanya dua baris lebih kecil dari pada 20/20 yaitu 20/15 dan 20/10. Menurut BS 4274-1:2003 huruf C, D, E, F, H, K, N, P, R, U, V, dan Z harus digunakan untuk pengujian berdasarkan visi yang sama keterbacaan dari huruf-huruf (Ilyas.SpM, 2006). Untuk melihat lebih jelas kertas snellen chart dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Kertas Snellen Chart

(Sasmita, 2012).

Pada gambar 2.5 merupakan gambar *snellen chart* yang berfungsi sebagai metode untuk mengukur rabun jauh dan rabun dekat.

Berikut ini adalah spesifikasi huruf:

Jarak (feet)	70 60 50 40 30 20 15 10 7 4
Huruf ht (mm)	31 27 22 18 13 9 7 4 3 2
Huruf ht (pt)	88 76 63 50 38 25 19 13 9 5
Ukuran font (pt)	15 13 10 8 7 6 5 4 3 3 2 1 1 5 9

Berhubung ada perbedaan antara sistem pengukuran yang dipakai di Indonesia (juga sebagian besar negara lain di dunia) dan Amerika Serikat, Snellen chart terdapat dalam dua versi angka, yaitu dalam angka metrik dan 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 di tabel atas. Angkanya dinyatakan dalam perbandingan 20 kaki (20/20 sampai 20/200) 20 kaki sama dengan 6 meter lebih 10 cm (tepatnya 609.6 cm) kelebihan 10 cm itu boleh diabaikan.

2.4 Sensor Jarak

Sensor jarak 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 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. (Bakhtiyar & Suprianto, 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)



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Datasheet HC-SR04)

Pada gambar 2.6 merupakan gambar sensor jarak ultrasonik beserta konfigurasi pin nya.

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

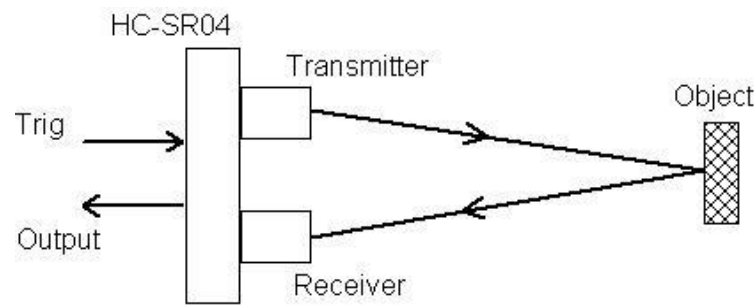
Prinsip kerja sensor ini adalah transmitter mengirimkan sebuah gelombang ultrasonik lalu diukur dengan waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek. Lamanya waktu ini sebanding dengan. Hcsr04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3cm–3m dengan output panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu TRIGGER dan ECHO. Untuk mengaktifkan

HCSRFB-04 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin TRIGGER minimal 10 μ s, selanjutnya HCSRFB-04 mengirimkan pulsa positif melalui pin ECHO selama 100 μ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek. Spesifikasi dari sensor ultrasonik HCSRFB-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. (W. Bolton, 2009)

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



Gambar 2.7 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04

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

Pada gambar 2.7 merupakan gambar Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04.

Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah ketika pulsa *trigger* diberikan pada sensor dalam keadaan logika “1” atau “*HIGH*” selama 10 μ 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

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

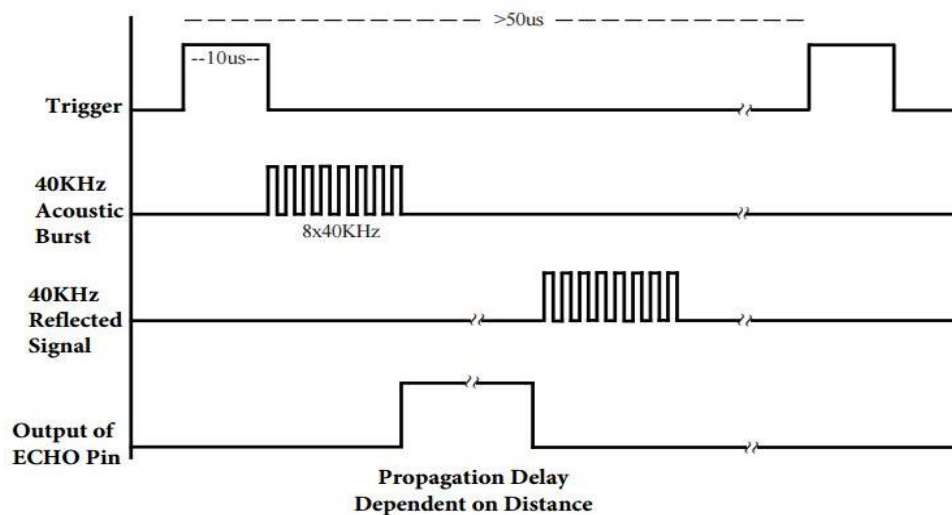
Keterangan :

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.



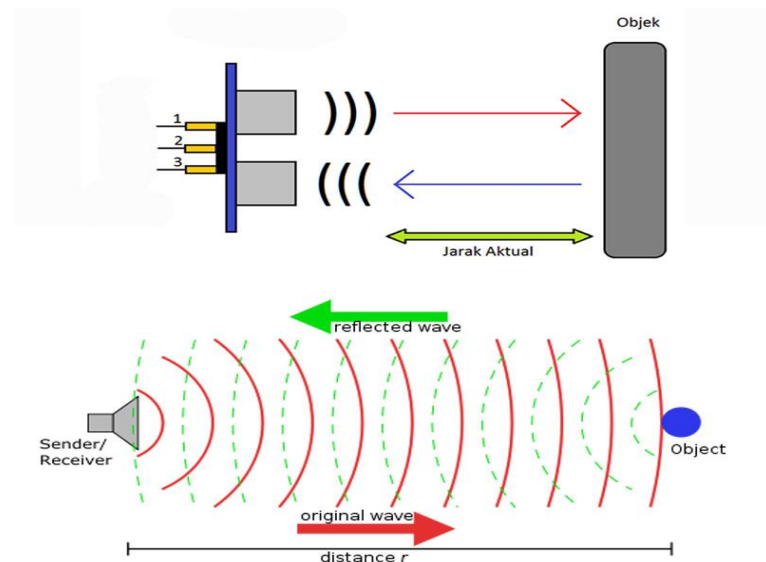
Gambar 2.8 *Timing Diagram* Pengoperasian HC-SR04

(Hagianto, 2011)

Pada gambar 2.8 merupakan gambar *Timing Diagram* Pengoperasian HC-SR04.

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)

Pada gambar 2.9 merupakan gambar ilustrasi cara kerja sensor ultrasonik dengan transmitter dan receiver.

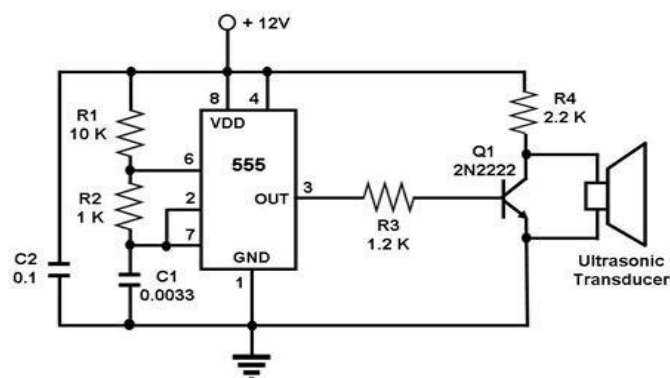
2.4.3 Rangkaian Sensor Ultrasonik

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.



Gambar 2.10 Rangkaian Skematik *Transmitter* pada Ultrasonik

(Hari, 2015)

Pada gambar 2.10 merupakan gambar rangkaian skematik *transmitter* pada ultrasonik

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)

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

Arduino Uno merupakan salah satu Arduino yang murah, mudah didapat, dan sering digunakan. Arduino Uno ini dibekali dengan mikrokontroler ATMEGA328P. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja (Armando, 2018).

Arduino Uno 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* ISCP dan tombol *reset*. (Junaidi & Prabowo, 2018).

Hal ini adalah diperlukan untuk mendukung rangkaian mikrokontroler. Untuk melihat bentuk keseluruhan dari arduino uno dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Arduino Uno

(DataSheet Arduino Uno R3)

Pada gambar 2.11 merupakan gambar arduino uno, yang berfungsi sebagai bagian proses dalam sistem keseluruhan.

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

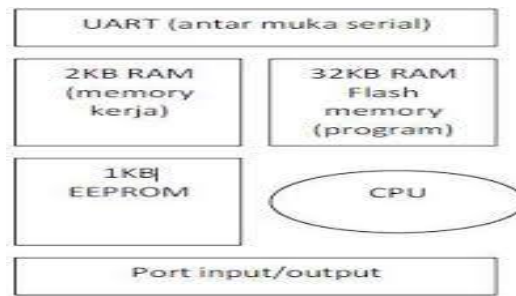
digital *input* atau *output* (6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, *clock speed* 16 MHz, koneksi USB, *jack listrik*, *header ICSP*, dan tombol *reset*. *Board* ini menggunakan daya yang terhubung ke komputer dengan kabel USB atau daya eksternal dengan adaptor AC-DC atau baterai.

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 MHz

Mikrokontroler ATmega328 memiliki beberapa bagian yang saling interkoneksi, bagian mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 2.12.



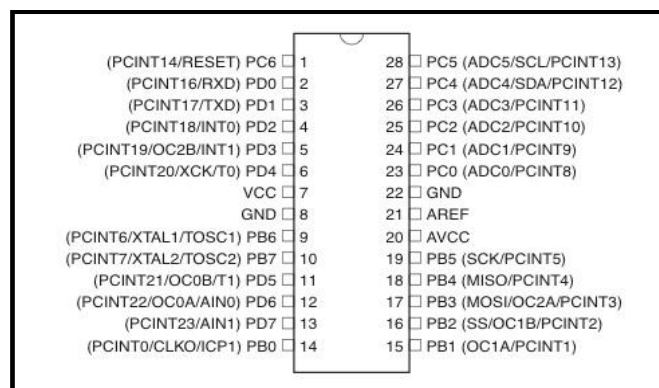
Gambar 2.12 Bagian Mikrokontroler ATmega328

(DataSheet Arduino Uno R3)

1. *Universal Asynchronous Receiver / Transmitter (UART)* adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS485. UARTTTL (5V) komunikasi serial, terdapat pada pin digital 10 (RX) dan 1 (TX). Komunikasi Serial (RX) digunakan untuk menerima (RX) dan (TX) berfungsi untuk mengirim data serial.
2. RAM 2Kb pada *memory* kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program.
3. RAM 32Kb flash *memory* bersifat *non-volatile* (data tetap disimpan meskipun tidak ada catu daya) digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari computer. Selain program, flash *memory* juga menyimpan *bootloader*. *Bootloader* adalah program inisialisasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program didalam RAM akan dieksekusi.
4. *EEPROM* 1Kb bersifat *nonvolatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Mikrokontroler arduino memiliki *EEPROM* sebesar 1 Kbyte sebagai penyimpanan data dan 256 byte *memory* RAM, 128 byte dari *memory*. *EEPROM* 1 Kb bersifat *nonvolatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan.
5. *Central Processing Unit (CPU)*, bagian dari mikrokontroler untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
6. Port *input / output* berfungsi untuk menerima data (*input*) digital atau analog, dan mengeluarkan data (*output*) digital atau analog. Pada arduino terdapat 14

pin 19 I/O digital yang dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi pin *Mode* (), *digital Write* (), dan *digital Read* (). Pin *Input / output* dioperasikan dengan *supply* tegangan 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima *maximum* 40mA dan memiliki *internal pull-up resistor*.

2.5.3 Konfigurasi Pin Atmega328



Gambar 2.13 Konfigurasi Pin ATmega328

(DataSheet Arduino Uno)

Pada gambar 2.13 merupakan skema konfigurasi pin Atmega328 yang terdapat pada arduino uno.

Berikut ini merupakan fungsi dari masing-masing pin pada mikrokontroler ATmega328P.

1. VCC

VCC terletak pada pin 7, berfungsi untuk *supply* tegangan digital yang akan dihubungkan dengan tegangan 5V.

2. GND

GND terletak pada pin 8, berfungsi sebagai *ground* yang akan dihubungkan dengan *ground*.

3. Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit dan memiliki 8 pindari pin B0-B7 yang dapat difungsikan sebagai *input/output*, yaitu:

a) (PB0) berfungsi sebagai *Timer Counter 1 input capture* pin.

- b) (PB1), (PB2) dan (PB3) dapat difungsikan sebagai *output* PWM (*Pulse Width Modulation*).
- c) MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
- d) TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) berfungsi sebagai sumber *clock external* untuk *timer*.

4. Port C

Port C merupakan jalur data 7-bit masing-masing pin terdapat *pull-up resistor*. Pin C0 – pin C5 sebagai ADC yang berfungsi mengubah *input* analog menjadi digital.

5. Reset / PC 6

Jika *RSTDISBL fuse* diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Namun jika *RSTDISBL fuse* tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai *input reset*. Namun jika tegangan yang diterima pin C6 rendah yaitu lebih rendah dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi *reset* meski pun *clock* tidak bekerja.

6. Port D

Port D merupakan jalur data 8-bit yang berfungsi sebagai I/O dengan *internal pull-up resistor*. Port D memiliki beberapa pin yaitu:

- a) PD0-PD1 (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD berfungsi untuk menerima data serial.
- b) PD2-PD3 (INT0 dan INT1) berfungsi sebagai *interupsi* yaitu jeda dari program, pada saat program berjalan kemudian terjadi *interupsi hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program *interupsi*.
- c) PD4 (XCK) berfungsi sebagai sumber *clock external*.
- d) T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk timer 1 dan *timer 0*.
- e) PD6-PD7 (AIN0 dan AIN1) keduanya merupakan masukan *input* untuk analog *comparator*.

7. AVCC

AVCC berfungsi sebagai *supply* tegangan untuk ADC. Pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena digunakan untuk analog. Cara menghubungkan AVCC adalah melewati *low-pass filter* setelah itu dihubungkan dengan VCC.

8. AREF

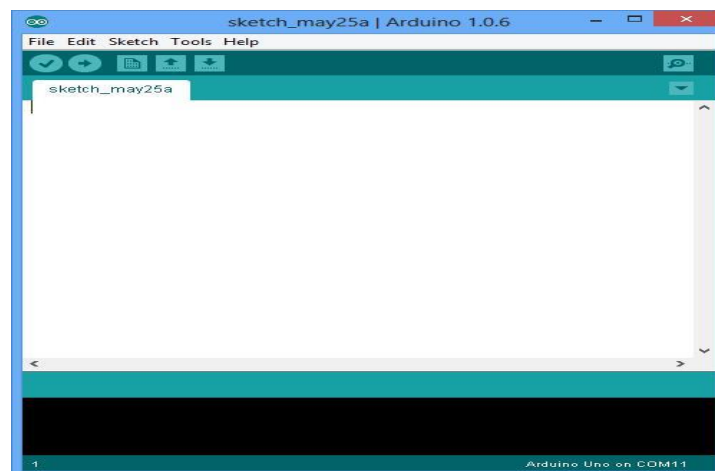
Merupakan pin referensi analog jika menggunakan ADC.

9. Memori

ATmega328 mempunyai 32 KB (dengan 2 KB digunakan untuk *bootloader*). ATmega 328 juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB.

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. IDE Arduino dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 IDE Arduino

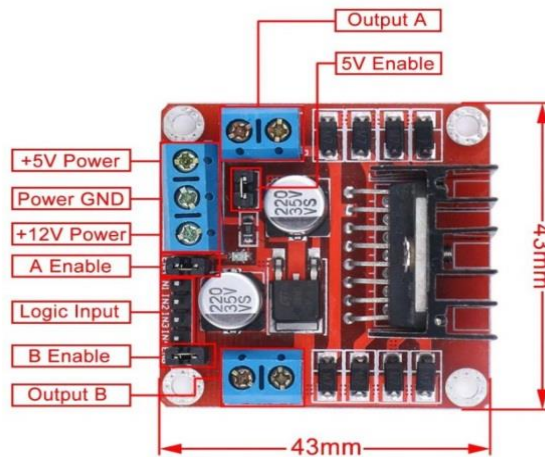
<http://www.circuitbasics.com/arduino-basics-installing-software/>

Pada gambar 2.14 merupakan contoh dari IDE Arduino, yang digunakan untuk mengisi program arduino.

- 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 Driver Motor Modul L298N

MoL298N 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. Modul L298N dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Modul L298N

(Datasheet Modul L298N)

Pada gambar 2.15 merupakan driver motor L298N yang berfungsi sebagai switch untuk mengatur motor stepper.

Keterangan :

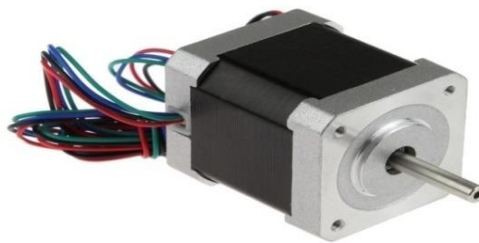
- Enable A : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor A
- Enable B : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor B
- Jumper 5vdc : berfungsi sebagai mode pemilihan sumber tegangan 5Vdc, jika tidak dijumpers maka akan ke mode sumber tegangan 12 Vdc
- Control Pin : berfungsi sebagai kendali 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 $43 \times 43 \times 26\text{mm}$

2.8 Motor Stepper

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis 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)



Gambar 2.16 Motor Stepper

(Prakasa, 2017)

Pada gambar 2.16 merupakan motor stepper yang berfungsi membuat maju dan mundur *snellen chart*.

Keunggulannya antara lain adalah :

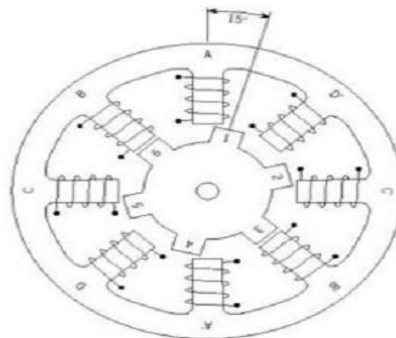
- a. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
- b. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak.
- c. Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi
- d. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (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. (Kalatiku & Joeфриe, 2011)

Pada dasarnya terdapat 3 tipe motor stepper yaitu:

1. Motor stepper tipe Variable reluctance (VR) Motor stepper jenis ini telah lama ada dan merupakan jenis motor yang secara struktural paling mudah untuk dipahami. Motor ini terdiri atas sebuah rotor besi lunak dengan beberapa gerigi dan sebuah lilitan stator. Ketika lilitan stator diberi energi dengan arus DC, kutub-kutubnya menjadi termagnetasi. Perputaran terjadi ketika gigi-gigi rotor tertarik oleh kutub kutub stator. (Kalatiku & Joeфриe, 2011)

Berikut ini adalah penampang melintang dari motor stepper tipe variable reluctance (VR):



Gambar 2.17 Penampang melintang dari motor stepper tipe variable reluctance (VR)

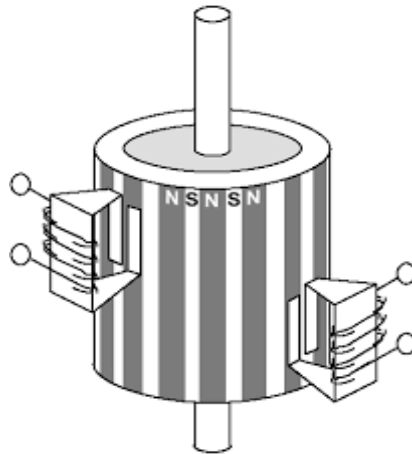
(Kalatiku & Joeфриe, 2011)

Pada gambar 2.17 merupakan gambar Penampang melintang dari motor stepper tipe variable reluctance (VR)

2. Motor stepper tipe Permanent Magnet (PM) Motor stepper jenis ini memiliki rotor yang berbentuk seperti kaleng bundar (tincan) yang terdiri atas lapisan magnet permanen yang diselangseling dengan kutub yang berlawanan. Dengan adanya magnet permanen, maka intensitas fluks magnet dalam motor ini akan meningkat sehingga dapat menghasilkan torsi yang lebih besar.

Motor jenis ini biasanya memiliki resolusi langkah (step) yang rendah yaitu antara 7,5 0 hingga 15 0 per langkah atau 48 hingga 24 langkah setiap putarannya. (Ilmu Website Himaone Center:2).

Berikut ini adalah ilustrasi sederhana dari motor stepper tipe permanent magnet:



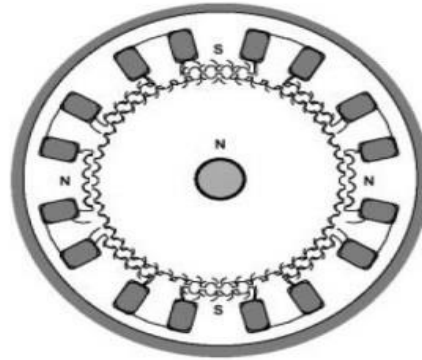
Gambar 2.18 Ilustrasi sederhana dari motor stepper tipe permanent magnet (PM).

(Kalatiku & Joeфриe, 2011)

Pada gambar 2.18 merupakan gambar Ilustrasi sederhana dari motor stepper tipe permanent magnet (PM).

3. Motor stepper tipe Hybrid (HB) Motor stepper tipe hibrid memiliki struktur yang merupakan kombinasi dari kedua tipe motor stepper sebelumnya. Motor stepper tipe hibrid memiliki gigi-gigi seperti pada motor tipe VR dan juga memiliki magnet permanen yang tersusun secara aksial pada batang porosnya seperti motor tipe PM. Motor tipe ini paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena kinerja lebih baik. Motor tipe hibrid dapat menghasilkan resolusi langkah yang tinggi yaitu antara 3,60 hingga 0,90 per langkah atau 100-400 langkah setiap putarannya. (Kalatiku & Joeфриe, 2011).

Berikut ini adalah penampang melintang dari motor stepper tipe hibrid:

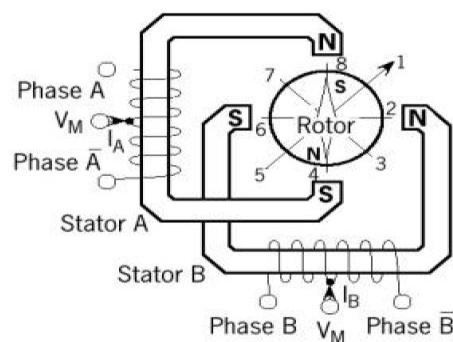


Gambar 2.19 Penampang melintang dari motor stepper tipe hibrid

(Kalatiku & Joefrie, 2011)

Pada gambar 2.19 merupakan gambar Penampang melintang dari motor stepper tipe hibrid.

Berdasarkan metode perancangan rangkain pengendalnya, motor stepper dapat dibagi menjadi jenis unipolar dan bipolar. 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 & Joefrie, 2011).

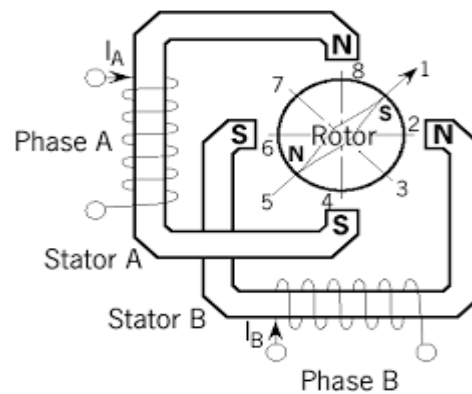


Gambar 2.20 Motor stepper dengan lilitan unipolar

(Kalatiku & Joefrie, 2011)

Pada gambar 2.20 merupakan gambar Motor stepper dengan lilitan unipolar.

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 daripada 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. (Supardi, Wawan. Dasar Motor Stepper..2012:4)



Gambar 2.21 Motor stepper dengan lilitan biopolar

(Kalatiku & Joefrie, 2011)

Pada gambar 2.21 merupakan gambar Motor stepper dengan lilitan biopolar.