

BAB II

TUNJAUAN PUSTAKA

2.1. *Fuzzy Logic*

Logika *Fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam ruang *output*. Untuk sistem yang sangat rumit, penggunaan logika *fuzzy* (*fuzzy logic*) adalah salah satu pemecahannya. Sistem tradisional dirancang untuk mengontrol keluaran tunggal yang berasal dari beberapa masukan yang tidak saling berhubungan. Karena ketidaktergantungan ini, penambahan masukan yang baru akan memperumit proses kontrol dan membutuhkan proses perhitungan kembali dari semua fungsi. Kebalikannya, penambahan masukan baru pada sistem *fuzzy*, yaitu sistem yang bekerja berdasarkan prinsip-prinsip logika *fuzzy*, hanya membutuhkan penambahan fungsi keanggotaan yang baru dan aturan-aturan yang berhubungan dengannya [3] [4].

Secara umum, sistem *fuzzy* sangat cocok untuk penalaran pendekatan terutama untuk sistem yang menangani masalah-masalah yang sulit didefinisikan dengan menggunakan model matematis. Misalkan, nilai masukan dan parameter sebuah sistem bersifat kurang akurat atau kurang jelas, sehingga sulit mendefinisikan model matematikanya [5].

Sistem *fuzzy* mempunyai beberapa keuntungan bila dibandingkan dengan sistem tradisional, misalkan pada jumlah aturan yang dipergunakan. Pemrosesan awal sejumlah besar nilai menjadi sebuah nilai derajat keanggotaan pada sistem *fuzzy* mengurangi jumlah nilai menjadi sebuah nilai derajat keanggotaan pada sistem *fuzzy* mengurangi jumlah nilai yang harus dipergunakan pengontrol untuk membuat suatu keputusan. Keuntungan lainnya adalah sistem *fuzzy* mempunyai kemampuan penalaran yang mirip dengan kemampuan penalaran manusia. Hal ini disebabkan karena sistem *fuzzy* mempunyai kemampuan untuk memberikan respon berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat, dan ambigu [5].

Sistem *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. L. A. Zadeh dari Berkelay pada tahun 1965. Sistem *fuzzy* merupakan penduga numerik yang terstruktur dan

dinamis. Sistem ini mempunyai kemampuan untuk mengembangkan sistem intelijen dalam lingkungan yang tak pasti. Sistem ini menduga suatu fungsi dengan logika *fuzzy*. Dalam logika *fuzzy* terdapat beberapa proses yaitu penentuan himpunan *fuzzy*, penerapan aturan *IF-THEN* dan proses inferensi *fuzzy* [3] [4] [5] [6].

2.2. Arduino

2.2.1. Pengenalan Arduino

Arduino didefinisikan sebagai sebuah platform elektronik yang open source, berbasis pada software dan hardware yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk seniman, desainer, hobbies dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino sebagai sebuah platform komputasi fisik (*Physical Computing*) yang open source pada board input output sederhana, yang dimaksud dengan platform komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan software dan hardware yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi [7].

Kelebihan arduino dari platform hardware mikrokontroler lain adalah:

1. IDE Arduino merupakan multiplatform, yang dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti Windows, Macintosh dan Linux.
2. IDE Arduino dibuat berdasarkan pada IDE Processing, yang sederhana sehingga mudah digunakan.
3. Pemrograman arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan port USB, bukan port serial. Fitur ini berguna karena banyak komputer yang sekarang ini tidak memiliki port serial.

Arduino adalah hardware dan software open source pembaca bisa mendownload software dan gambar rangkaian arduino tanpa harus membayar ke pembuat arduino. Biaya hardware cukup murah, sehingga tidak terlalu menakutkan membuat kesalahan. Proyek arduino ini dikembangkan dalam lingkungan pendidikan sehingga bagi pemula akan cepat dan mudah mempelajarinya. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet dapat membantu setiap kesulitan yang dihadapi [7].

2.2.2. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah board (papan) mikrokontroler berbasis ATmega 2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler tersebut [7] [8].

Untuk dapat mengaktifkan Arduino Mega 2560 cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai. Arduino Mega 2560 beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (yang terputus secara default) sebesar 20-50 kOhms. Arduino mega 2560 memiliki tombol reset yang dihubungkan dengan ground berfungsi ketika tombol reset ditekan saat terjadi error menjalankan program pada Arduino maka secara otomatis program akan kembali pada keadaan standby [8].

Arduino mega 2560 memiliki pengalamatan suatu input dan output diantaranya adalah pinMode(pin, mode) berfungsi untuk menetapkan mode input atau output dari suatu pin. DigitalRead(pin) berfungsi untuk menetapkan pin sebagai input dengan menggunakan kode HIGH (5 volt) atau LOW (0 volt). DigitalWrite(pin, value) berfungsi untuk menetapkan pin sebagai output dengan menggunakan kode HIGH (5 volt) atau LOW (0 volt) [8].

Arduino Mega 2560 juga di lengkapi dengan pin khusus yang berfungsi sebagai berikut :

- **Serial 4 buah** : Port Serial : Pin 0 (RX) dan Pin 1 (TX) ;Port Serial 1 : Pin 19 (RX) dan Pin 18 (TX); Port Serial 2 : Pin 17 (RX) dan Pin 16 (TX); Port Serial 3 : Pin 15 (RX) dan Pin 14 (TX).Pin Rx di gunakan untuk menerima data serial TTL dan Pin (Tx) untuk mengirim data serial TTL.
- **External Interrupts 6 buah** : Pin 2 (Interrupt 0),Pin 3 (Interrupt 1), Pin 18 (Interrupt 5), Pin 19 (Interrupt 4), Pin 20 (Interrupt 3) dan Pin 21 (Interrupt 2).

- **PWM 15 buah** : 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 dan 44,45,46 pin-pin tersebut dapat di gunakan sebagai Output PWM 8 bit.
- **SPI** : Pin 50 (MISO), Pin 51 (MOSI), Pin 52 (SCK), Pin 53 (SS) ,Di gunakan untuk komunikasi SPI menggunakan SPI Library.
- **I2C** : Pin 20 (SDA) dan Pin 21 (SCL) , Komunikasi I2C menggunakan wire library.
- **LED** : 13. Buit-in LED terhubung dengan Pin Digital 13.

2.2.3. Spesifikasi Arduino Mega 2560

Tabel 2.1 di bawah ini adalah tabel spesifikasi dari Arduino Mega 2560:

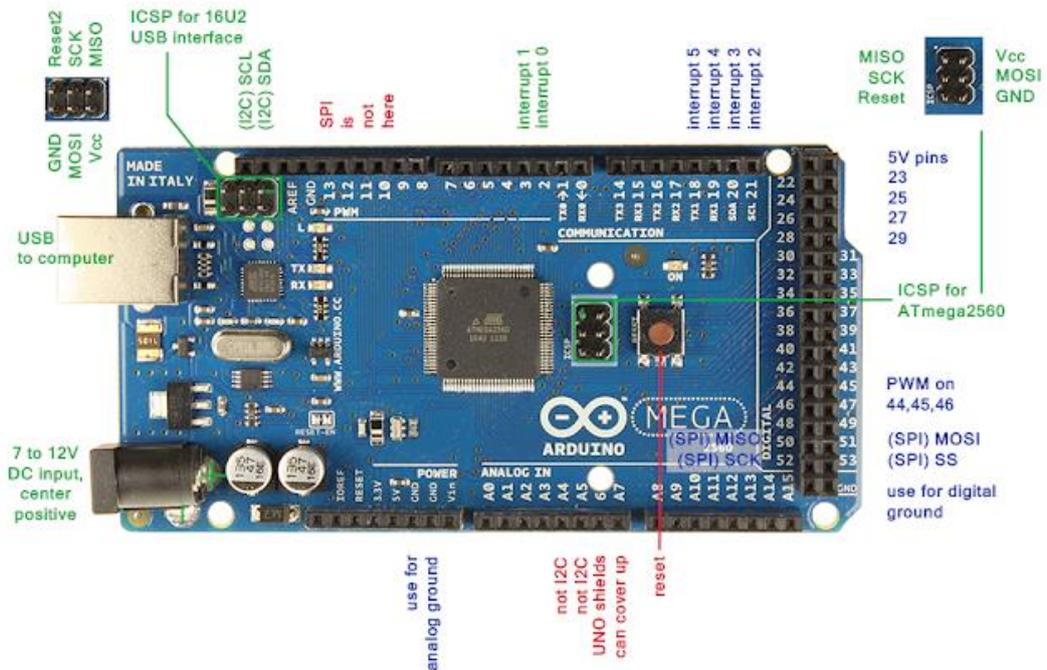
Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan Operasional	5V
Tegangan Input (rekomendasi)	7-12V
Tegangan Input (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	54 (of which 15 provide PWM output)
Pin Analog Input	16
Arus DC per Pin I/O	20 mA
Arus DC untuk Pin 3.3 V	50 mA
Memori Flash	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Panjang	101.52 mm
Lebar	53.3 mm
Berat	37 g

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Sumber : (www.labelektronika.com)

2.2.4. Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560

Gambar 2.1 dibawah ini adalah gambar konfigurasi pin Arduino Mega 2560:



Gambar 2. 1 Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560

Sumber : (www.labelektronika.com)

2.3. Motor DC

2.3.1. Pengertian Motor DC

Motor DC adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini dioperasikan dengan tegangan arus searah (*Direct Current*) [9] [10]. Motor DC menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per minute*) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas tegangan yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalikkan. Motor DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm, kebanyakan Motor DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm hingga 30000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V. Apabila tegangan yang diberikan ke Motor DC lebih rendah dari tegangan operasionalnya maka akan dapat memperlambat rotasi

motor DC tersebut, sedangkan tegangan yang lebih tinggi dari tegangan operasional akan membuat rotasi motor DC menjadi lebih cepat. Namun ketika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut turun menjadi dibawah 50% dari tegangan operasional yang ditentukan, maka Motor DC tersebut tidak dapat berputar atau terhenti. Sebaliknya, jika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut lebih tinggi sekitar 30% dari tegangan operasional yang ditentukan, maka motor DC tersebut akan menjadi sangat panas dan akhirnya akan menjadi rusak [10] [11].

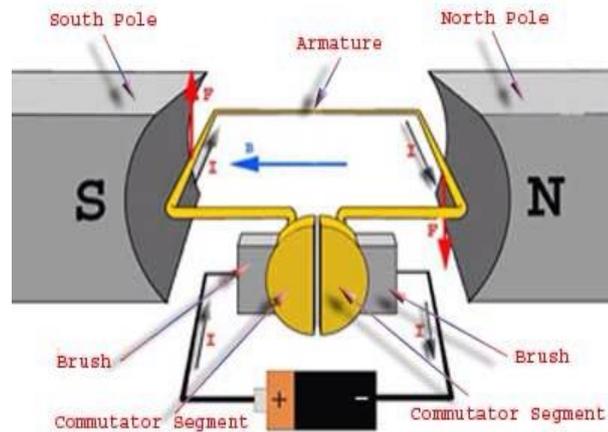
Pada saat Motor listrik DC berputar tanpa beban, hanya sedikit arus listrik atau daya yang digunakannya, namun pada saat diberikan beban, jumlah arus yang digunakan akan meningkat hingga ratusan persen bahkan hingga 1000% atau lebih (tergantung jenis beban yang diberikan). Oleh karena itu, produsen Motor DC biasanya akan mencantumkan *Stall Current* pada Motor DC. *Stall Current* adalah arus pada saat poros motor berhenti karena mengalami beban maksimal [10] [11].

2.3.2. Prinsip Kerja Motor DC

Terdapat dua bagian utama pada sebuah Motor Listrik DC, yaitu *Stator* dan *Rotor*. *Stator* adalah bagian motor yang tidak berputar, bagian yang statis ini terdiri dari rangka dan kumparan medan. Sedangkan *Rotor* adalah bagian yang berputar, bagian Rotor ini terdiri dari kumparan Jangkar. Dua bagian utama ini dapat dibagi menjadi beberapa komponen penting yaitu adalah *Yoke* (kerangka magnet), *Poles* (kutub motor), *Field winding* (kumparan medan magnet), *Amature winding* (kumparan jangkar), *Commutator* (komutator), dan *Brushes* (kuas/sikat arang) [12].

Pada prinsipnya motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat kutub utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat kutub selatan akan bergerak menghadap ke kutub utara magnet. Saat ini, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti [12].

Gambar 2.2 dibawah ini adalah gambar prinsip kerja motor DC



Gambar 2. 2 Prinsip kerja Motor DC

Sumber : (www.teknikelektronika.com)

Untuk menggerakannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus pada kumparan dibalik. Dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatannya akan berubah menjadi kutub utara. Pada saat perubahan kutub tersebut terjadi, kutub selatan kumparan akan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub utara kumparan akan berhadapan dengan kutub utara magnet. Karena kutubnya sama, maka akan terjadi tolak menolak sehingga kumparan bergerak memutar hingga utara kumparan berhadapan dengan selatan magnet dan selatan kumparan berhadapan dengan utara magnet. Pada saat ini, arus yang mengalir ke kumparan dibalik lagi dan kumparan akan berputar lagi karena adanya perubahan kutub. Siklus ini akan berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan diputuskan [12].

2.3.3. Motor DC RS-550

Motor DC RS-550 adalah salah satu jenis motor DC yang telah di *design* dengan spesifikasi tinggi yaitu *high speed* dan *large torque*. Motor DC RS-550 memiliki kecepatan putaran tinggi hingga mencapai 30000 RPM dengan tegangan maksimal 30V.

Gambar 2.3 dibawah ini adalah gambar motor DC RS-550



Gambar 2. 3 Motor DC RS-550

Sumber : (www.banebots.com)

Motor DC RS-550 telah dirancang dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.2 dibawah ini adalah tabel spesifikasi Motor DC RS-550

Model	RS-550 Brushless
Operating Volt	6V – 30V
Load Ampere	1.10A – 5A
Load RPM	10000 RPM – 30000 RPM
Stall Torque	69.16 oz-in
Round Shaft	3.17 mm
Output Shaft Length	10.5 mm
Motor Diamater	36 mm
Motor Length	57 mm

Tabel 2. 2 Spesifikasi Motor DC RS-550

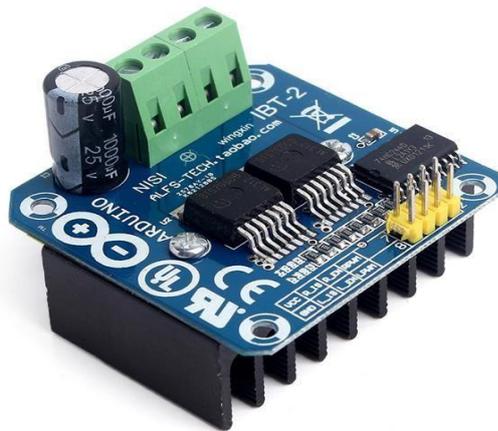
Sumber : (www.banebots.com)

2.4. *Driver Motor*

2.4.1. **Driver Motor BTS 7960**

Driver Motor merupakan suatu perangkat elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. Dengan Driver Motor kita dapat mengontrol motor hanya menggunakan tegangan 0-5V.

Gambar 2.4 dibawah ini adalah gambar Driver Motor BTS 7960



Gambar 2. 4 *Driver Motor* BTS 7960

Sumber : (Arduino.web.id)

Driver Motor BTS 7960 memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.3 dibawah ini adalah tabel spesifikasi Driver Motor bts 7960

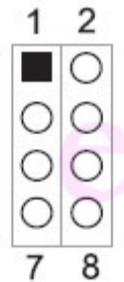
Model	BTS 7960
Tegangan Input	5.5V – 27V
Tegangan Driver	3.3V – 5V
Arus Maksimum	43A

Tabel 2. 3 Spesifikasi *Driver Motor* BTS 7960

Sumber : (Arduino.web.id)

2.4.2. Konfigurasi Pin Driver Motor BTS 7960

Gambar 2.5 dibawah ini adalah gambar konfigurasi pin Driver Motor BTS 7960



Gambar 2. 5 Konfigurasi Pin *Driver Motor* BTS 7960

Sumber : (Arduino.web.id)

Keterangan :

Tabel 2.4 dibawah ini adalah tabel konfigurasi pin *driver* motor BTS 7960

PIN	KONFIGURASI
RPWM	Input PWM Forward Level (Aktif, HIGH)
LPWM	Input PWM Reverse Level (Aktif, HIGH)
R_EN	Input Enable Forward Driver (Aktif, HIGH)
L_EN	Input Enable Reverse Driver (Aktif, HIGH)
R_IS	Forward Drive (Side Current Alarm Output)
L_IS	Reverse Drive (Side Current Alarm Output)
VCC	5V Power Supply Mikrokontroler
GND	GND Power Supply Mikrokontroler

Tabel 2. 4 Konfigurasi Pin *Driver Motor* BTS 7960

Sumber : (Arduino.web.id)

2.5. *Propeller* 8045

Propeller atau yang lebih dikenal dengan sebutan baling-baling ini merupakan sebuah komponen yang berfungsi sebagai alat penggerak mekanik, misalnya pada pesawat terbang, kapal laut, drone dan sebagainya. Propeller menghasilkan tenaga

dengan cara merubah gaya putar menjadi gaya dorong untuk menggerakkan pesawat dan drone dengan masa udara, ataupun kapal dengan masa air. Propeller terdiri dari 2 bilah atau lebih yang terhubung ke titik porosnya. Setiap bilah adalah *airfoil* yang bertindak seperti sayap melintang yang berputar karena faktor-faktor *aerodinamika* yang mempengaruhinya sama dengan *airfoil* [13].

Gambar 2.6 dibawah ini adalah gambar *propeller 8045*



Gambar 2. 6 *Propeller 8045*

Sumber : (www.imal.com)

Propeller 8045 adalah *propeller* yang biasa digunakan pada drone *multicopter* dan *quadcopter*. Ukuran dari *propeller* bisa dilihat dari nomor kode *propeller* tersebut, seperti contohnya 8045 yang artinya *propeller* tersebut memiliki panjang sebesar 8 inch dan sudut *pitch* sebesar 45° . Adapun yang dimaksud dengan *pitch* adalah jarak aksial yang ditempuh atau diambil oleh *propeller* pada satu kali putaran penuh (360°) [13].

2.6. Sensor Jarak

2.6.1. Pengertian Sensor Jarak

Sensor Jarak atau yang biasa disebut dalam bahasa inggris yaitu *Proximity Sensor* atau bisa juga disebut *Sensor For Displacement, Distance and Position* adalah sensor yang dirancang untuk mendeteksi keberadaan benda tanpa kontak fisik. Sensor Jarak mempunyai pancaran elektromagnetik berkas radiasi

elektromagnetik (inframerah, misalnya). Dapat juga dikatakan bahwa Sensor Jarak adalah perangkat yang dapat mengubah informasi tentang gerakan atau keberadaan objek menjadi sinyal listrik.

2.6.2. Sensor Jarak HC-SR04

Sensor Jarak Ultrasonik atau *Ultrasonic Proximity Sensor* adalah sensor jarak yang menggunakan prinsip operasi yang mirip dengan radar atau sonar yaitu dengan menghasilkan gelombang frekuensi tinggi untuk menganalisis gema yang diterima setelah terpantul dari objek yang mendekatnya. Sensor Proximity Ultrasonik ini akan menghitung waktu antara pengiriman sinyal dengan penerimaan sinyal untuk menentukan jarak objek yang bersangkutan. Gelombang ultrasonic ini dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan *piezoelektrik* dengan frekuensi tertentu. *Piezoelektrik* ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. *Piezoelektrik* berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik [14].

Untuk menghitung jarak dan nilai frekuensi dari sensor jarak HC-SR04 digunakan rumus sebagai berikut :

$$s = \frac{v \times t}{2}$$

Keterangan :

S = Jarak (cm)
V = Kecepatan Suara (340 m/s)
t = Waktu (s)

Untuk mengukur nilai frekuensi digunakan rumus sebagai berikut :

$$f = \frac{1}{T}$$

Keterangan :

f = Frekuensi

T = Periode

Gambar 2.7 dibawah ini adalah gambar sensor jarak HC-SR04

Untuk menghitung nilai *error* dari sensor jarak HC-SR04 digunakan rumus sebagai berikut :

$$Error = \left[\frac{(PV - SP)}{\text{jumlah sensor yang digunakan}} \right] : SP \times 100\%$$

Keterangan :

SP (*Set Point*) = Nilai yang diinginkan atau nilai yang sebenarnya.

PV (*Present Value*) = Nilai dari hasil perhitungan.



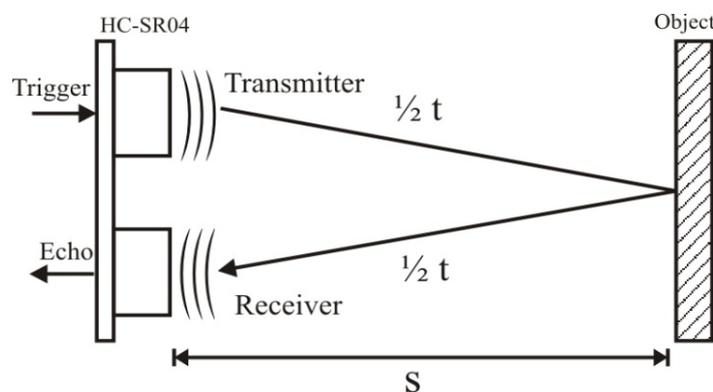
Gambar 2. 7 Sensor Jarak HC-SR04

Sumber : (www.iotboys.com)

2.6.3. Prinsip Kerja Sensor Jarak HC-SR04

Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonic dengan frekuensi dan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda, sensor ultrasonic umumnya menggunakan frekuensi 40kHz. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika terhalang suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima , maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut dengan menggunakan rumus $S = 340 \times \frac{t}{2}$ [14] [15].

Gambar 2.8 dibawah ini adalah gambar prinsip kerja sensor jarak HC-SR04



Gambar 2. 8 Prinsip Kerja Sensor Jarak HC-SR04

Sumber : (www.andalanelektro.id)

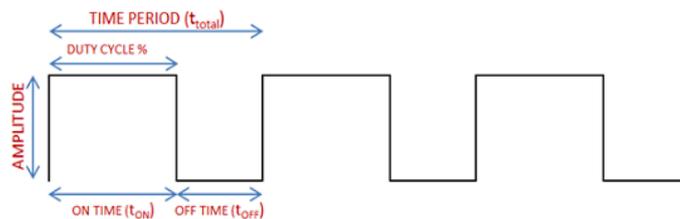
2.7. *Pulse Width Modulation (PWM)*

PWM adalah kepanjangan dari *Pulse Width Modulation* atau dalam bahasa Indonesia dapat diterjemahkan menjadi Modulasi Lebar Pulsa. Jadi pada dasarnya, PWM adalah suatu teknik modulasi yang mengubah lebar pulsa (pulse width) dengan nilai frekuensi dan amplitudo yang tetap. PWM dapat dianggap sebagai kebalikan dari ADC (Analog to Digital Converter) yang mengkonversi sinyal Analog ke Digital, PWM atau Pulse Width Modulation ini digunakan menghasilkan sinyal analog dari perangkat digital [16].

Kita coba melihat contoh dari sinyal yang dihasilkan oleh Mikrokontroler atau IC 555. Sinyal yang dihasilkan oleh Mikrokontroler atau IC555 ini adalah sinyal

pulsa yang umumnya berbentuk gelombang segiempat. Gelombang yang dihasilkan ini akan tinggi atau rendah pada waktu tertentu. Misalnya gelombang tinggi di 5V dan paling rendah di 0V. Durasi atau lamanya waktu dimana sinyal tetap berada di posisi tinggi disebut dengan “*ON Time*” atau “Waktu ON” sedangkan sinyal tetap berada di posisi rendah atau 0V disebut dengan “*OFF Time*” atau “Waktu OFF”. Untuk sinyal PWM, kita perlu melihat dua parameter penting yang terkait dengannya yaitu siklus kerja PWM (*PWM Duty Cycle*) dan Frekuensi PWM (*PWM Frequency*) [16].

Gambar 2.9 dibawah ini adalah gambar siklus sinyal PWM



Gambar 2. 9 Siklus Sinyal PWM

Sumber : (www.teknikeletronika.com)

Sinyal PWM akan tetap ON untuk waktu tertentu dan kemudian berhenti atau OFF selama sisa periodenya. Kita dapat menetapkan berapa lama kondisi ON harus bertahan dengan cara mengendalikan siklus kerja atau *Duty Cycle PWM*. Persentase waktu di mana sinyal PWM tetap pada kondisi TINGGI (*ON Time*) disebut dengan “siklus kerja” atau “*Duty Cycle*”. Kondisi yang sinyalnya selalu dalam kondisi ON disebut sebagai 100% *Duty Cycle* (Siklus Kerja 100%), sedangkan kondisi yang sinyalnya selalu dalam kondisi OFF disebut dengan 0% *Duty Cycle* (Siklus Kerja 0%) [16] [17] [18] [19].

Untuk mencari *duty cycle pulse width modulation* dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Duty\ Cycle = \left[\frac{T_{on}}{T_{on}+T_{off}} \right] \times 100\%$$

Keterangan :

Ton = Periode *High*

Toff = Periode *Low*

Dari persentase *duty cycle*, kita dapat mengetahui tegangan vin motor dc dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{in} = \text{Duty Cycle} \times V_s$$

Keterangan :

Duty Cycle = Perbandingan periode *high* dan total periode (%)

V_s = Tegangan input (V)

2.8. *Piezoelectric Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. *Piezoelectric Buzzer* adalah jenis *buzzer* yang menggunakan efek *piezoelectric* untuk menghasilkan suara atau bunyinya. Tegangan listrik yang diberikan ke bahan *piezoelectric* akan menyebabkan gerakan mekanis, gerakan tersebut kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan menggunakan diafragma dan resonator [20].

Gambar 2.10 dibawah ini adalah gambar *piezoelectric buzzer*



Gambar 2. 10 *Piezoelectric Buzzer*

Sumber : (www.teknikeletronika.com)

2.9. *Transformator Step Down LM2596*

Transformator adalah alat statis yang dapat merubah tegangan dan arus tanpa menimbulkan perubahan frekuensi. *Transformator LM2596* adalah jenis *transformator* yang digunakan untuk menurunkan tegangan yang dapat disesuaikan. *Transformator* memiliki dua kumparan yang melilit sebuah inti besi yang berguna sebagai penguat medan magnet. Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan di lilitan primer menimbulkan fluks magnet yang tersambung dengan lilitan sekunder. *Transformator step down* ini dapat menurunkan tegangan pada outputnya karena *transformator step down* memiliki lilitan skunder lebih sedikit daripada lilitan primernya. [21]

Gambar 2.11. dibawah ini adalah gambar *Transformator Step Down LM2596*



Gambar 2. 11 *Transformator Step Down LM2596*

Sumber : (www.teknikelektronika.com)