

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat diprogram serta dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Istilah robot berawal bahasa Cheko “*robota*” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Saat ini hampir tidak ada orang yang tidak mengenal robot, namun pengertian robot tidaklah dipahami secara sama oleh setiap orang.

Pada kamus Webster pengertian robot adalah :*An automatic device that performs function ordinarily ascribed to human beings* (sebuah alat otomatis yang melakukan fungsi berdasarkan kebutuhan manusia). Dari kamus Oxford diperoleh pengertian robot adalah: *A machine capable of carrying out a complex series of actions automatically, especially one programmed by a computer.* (Sebuah mesin yang mampu melakukan serangkaian tugas rumit secara otomatis, terutama yang diprogram oleh komputer).

2.1.1 Macam-Macam Robot

Secara umum, macam robot dapat dibedakan dalam 3 kategori yaitu:

1. Robot Tidak Bergerak

Robot jenis ini tidak dapat berpindah posisi dari satu tempat ke tempat lainnya, sehingga robot ini hanya dapat menggerakkan beberapa bagian tubuhnya dengan fungsi tertentu yang telah dirancang. Contoh dari robot ini adalah robot industri.

2. Robot Bergerak

Robot jenis ini memiliki ciri khas yaitu mempunyai penggerak berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot tersebut, sehingga robot ini dapat berpindah posisi dari satu titik ke titik lain.

3. Robot *Humanoid*

Robot *humanoid* adalah robot yang bentuk keseluruhannya menyerupai betuk tubuh manusia, mampu melakukan interaksi dengan peralatan maupun lingkungan yang dibuat untuk manusia.

2.1.2 Fungsi Robot

Robot memiliki berbagai macam fungsi, yang diataranya sebagai berikut:

1. Meningkatkan Produksi, akurasi dan daya tahan. Robot ini banya digunakan di industri.
2. Untuk tugas-tugas yang berbahaya, kotor dan beresiko. Robot ini digunakan ketika manusia tidak mampu masuk ke daerah yang beresiko. Seperti Robot Untuk menjelajah planet, robot untuk mendeteksi limbah nuklir, robot militer.
3. Untuk pendidikan. Banyak robot yang digunakan untuk menarik pelajar belajar teknologi seperti robot Lego.
4. Untuk menolong manusia. Seperti di rumah untuk membersihkan rumah pakai penghisap debu otomatis, di rumah sakit untuk menghantar makanan, membantu operasi.

2.2 Sensor Warna TCS3200

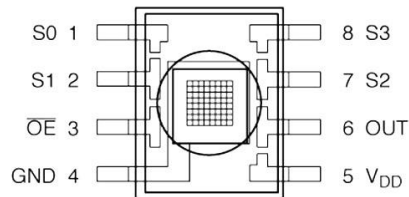
Sensor warna TCS230 adalah sensor yang mempunyai fungsi mengkonversi warna yang akan dideteksi menjadi Frekuensi yang akan diolah oleh mikrokontroler. yang dimana bahan pembuatannya berasal dari penggabungan antara Silicon Photodiode dan IC CMOS single monolithic yang berfungsi sebagai pengkonversi arus menjadi frekuensi. Keluaran dari sensor warna ini yaitu berupa gelombang persegi dengan modulasi 50% yang dimana berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang terbaca oleh sensor.

Warna dasar penyusunnya adalah warna Merah, Hijau dan Biru, atau lebih dikenal dengan istilah RGB (*Red-Green-Blue*). Identitas suatu warna ditentukan panjang gelombang cahaya tersebut. Sebagai contoh warna biru memiliki panjang gelombang 460 nanometer. Setiap warna mempunyai panjang gelombang dan frekuensi yang berbeda.

Pada sensor terdapat sebuah photodiode dengan array 8 x 8 yang mengkonversi warna menjadi frekuensi, yang terdiri dari :

- 16 dioda untuk filter merah
- 16 dioda untuk filter hijau
- 16 dioda untuk filter biru
- 16 dioda untuk clear (tanpa filter)

Dari kesemua dioda diatas terhubung ke dalam rangkaian paralel yang menggunakan metode switching pin (S0,S1,S2,S3) seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.

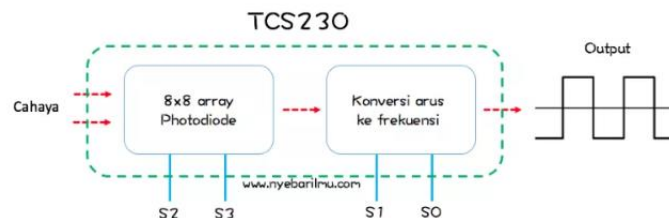


Gambar 2.1 Pin Out Sensor Warna TCS3200

Sumber: <https://components101.com/tcs3200-color-sensor-module>, diakses 20 Juni 2020

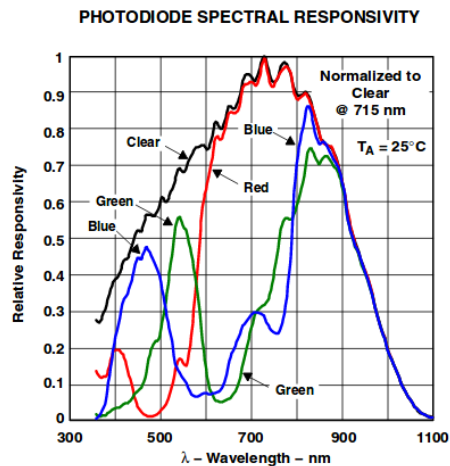
Gambar 2.2 merupakan diagram blok dari sensor warna TCS3200 dimana Pada tiap ke-16 fotodiode tersebut terhubung secara paralel, dengan menggunakan 2 pin kontrol S2 dan S3 dapat memilih mana yang akan dibaca. Sehingga jika mendeteksi warna merah, dapat menggunakan 16 red difference photodiodes dengan mengatur dua pin ke tingkat logika rendah.

Sensor memiliki 2 pin kontrol, S0 dan S1 yang berfungsi untuk mengukur frekuensi keluaran. Frekuensi ini dapat di *adjust* dengan 3 nilai preset yang berbeda yaitu 100%, 20% atau 2%. Penskalaan frekuensi bertujuan untuk berbagai penghitung frekuensi dalam optimalisasi keluaran sensor.



Gambar 2.2 Diagram Blok Sensor warna TCS3200
 Sumber: www.nyebarilmu.com, diakses pada 20 Juni 2020

2.2.1 Karakteristik Sensor Warna TCS3200



Gambar 2.3 Karakteristik Sensitivitas dan Linearitas Sensor warna TCS3200
 Sumber: <https://makemyday.io/post/TCS3200-Color-Sensor/>, diakses pada 20 Juni 2020

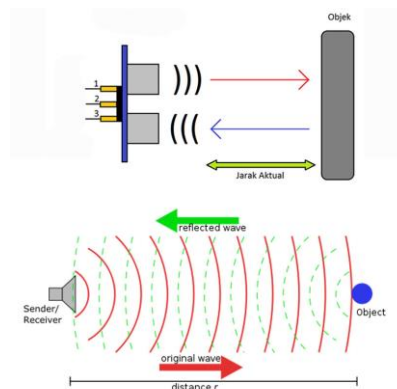
Pada **Gambar 2.3** merupakan grafik dari karakteristik sensitivitas dan Linearita Sensorwarna TCS3200. Sensor TCS 3200 terdiri dari 4 kelompok photodiode, masing-masing kelompok memiliki sensitivitas yang berbeda satu dengan yang lainnya pada respon photodiode terhadap panjang gelombang cahaya yang dibaca. Photodiode yang mendeteksi warna merah dan clear memiliki nilai sensitivitas yang tinggi ketika mendeteksi intensitas cahaya dengan panjang gelombang 715 nm, sedangkan pada 18 panjang gelombang 1100 nm photodiode tersebut memiliki nilai sensitivitas yang paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS 3200 tidak bersifat linearitas dan memiliki sensitivitas berubah terhadap panjang gelombang cahaya yang diukur.

2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Pada **Gambar 2.4** merupakan prinsip kerja sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip kerja pantulan

gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindra. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindranya adalah zat padat, zat cair dan butiran. Sensor ultrasonik dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler melalui satu pin I/O.

Sensor ultrasonik pada umumnya digunakan untuk menentukan jarak sebuah objek. Sensor ultrasonik mempunyai kemampuan mendeteksi objek lebih jauh terutama untuk benda-benda yang keras. Pada benda-benda yang keras yang mempunyai permukaan yang kasar gelombang ini akan dipantulkan lebih kuat dari pada benda yang permukaannya lunak. Tidak seperti pada sensor-sensor lain seperti inframerah atau sensor laser. Sensor ultrasonik ini memiliki jangkauan deteksi yang relatif luas dengan frekuensi gelombang bunyi yang sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Sehingga dengan demikian untuk jarak deteksi yang didapat tanpa menggunakan pengolahan lanjutan.



Gambar 2.4 Prinsip kerja Sensor Ultrasonik

Sumber: <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>, diakses pada 20 Juni 2020

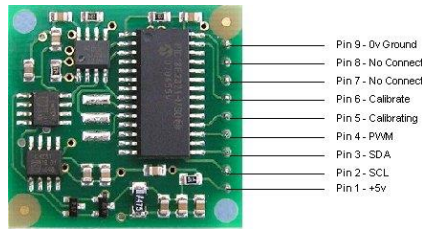
Sensing yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal

ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian pengirim (Tx) sampai diterima oleh rangkaian penerima (Rx) dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada input dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal input maka dianggap tidak ada halangan didepannya.

2.4 Sensor Kompas CMPS03

Mobile robot, adalah istilah yang sering digunakan untuk menyebut sebuah robot yang memiliki kemampuan menjelajah. Tidak peduli apakah robot tersebut bergerak menggunakan roda, kaki, maupun kipas untuk berenang atau bahkan terbang sekalipun, maka robot semacam ini masuk ke dalam kategori *mobile robot*. Agar tidak nyasar, robot harus dilengkapi dengan sistem navigasi yang dapat memberikan informasi arah dengan baik. Sehingga robot dapat memutuskan dengan benar ke arah mana seharusnya bergerak untuk mencapai lokasi yang diinginkan. Sistem navigasi yang cukup baik, efektif, mudah digunakan dan murah meriah adalah dengan kompas digital. Banyak jenis kompas digital yang diproduksi khusus untuk keperluan robotika, salah satu yang sangat populer adalah CMPS03 *Magnetic Compass* buatan Devantech Ltd. CMPS03 yang berukuran 4 x 4 cm ini menggunakan sensor medan *magnet Philips KMZ51* yang cukup sensitif untuk mendeteksi medan magnet bumi.

Kompas digital ini hanya memerlukan suplai tegangan sebesar 5 Vdc dengan konsumsi arus 15mA. Pada CMPS03, arah mata angin dibagi dalam bentuk derajat yaitu : Utara (00), Timur (900), Selatan (1800) dan Barat (2700). Ada dua cara untuk mendapatkan informasi arah dari modul kompas digital ini yaitu dengan membaca sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) pada pin 4 atau dengan membaca data *interface I2C* pada pin 2 dan 3. **Gambar 2.5** merupakan *pinout* dari Sensor Kompas CMPS03.

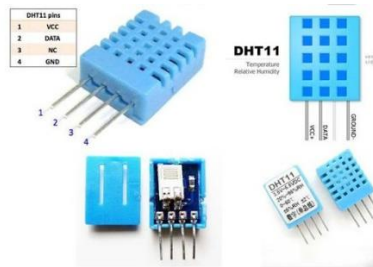


Gambar 2.5 Sensor Kompas CMPS03

Sumber: <https://www.musbikhin.com/cms03-modul-magnetic-compass/>, diakses pada 20 Juni 2020

2.5 Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan salah satu jenis sensor pembaca suhu (*temperatur*) ruangan dan kelembapan udara (*humidity*). Pada bagian body berwarna biru sensor DHT11 terdapat sebuah resistor dengan tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*). Resistor ini memiliki karekteristik, dimana nilai resistansinya berbanding terbalik dengan kenaikan suhu. Artinya semakin tinggi suhu ruangan maka nilai resistansi NTC akan semakin kecil. Data dari sensor ini diolah didalam IC controller. IC ini mengeluarkan output data dalam bentuk *single wire be-directional*. Bentuk komponen fisik dapat dilihat pada **Gambar 2.6**.



Gambar 2.6 Sensor DHT11

Sumber: <https://robotdyn.com/temperature-and-humidity-sensor-dht11.html>, diakses pada 20 Juni 2020

2.6 Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas karbon monoksida yang berfungsi untuk mengetahui konsentrasi gas karbon monoksida (CO). Sensor MQ-7 memiliki sensitivitas tinggi dan respon yang cepat terhadap gas karbon monoksida, keluaran dari

sensor ini berupa sinyal analog. Bentuk fisik sensor MQ-7 dapat dilihat pada **Gambar 2.7**.



Gambar 2.7 Sensor MQ-7

Sumber: <https://electropeak.com/mq-7-gas-sensor-1>, diakses pada 20 Juni 2020

2.7 Arduino

2.7.1 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 ouput* 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.

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.

2.7.2 Arduino Mega 2560 Rev3

Arduino Mega 2560 Rev3 adalah *board* (papan) mikrokontroler berbasis ATmega 2560 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Arduino Mega 2560 Rev3 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.

Arduino mega 2560 Rev3 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).

2.7.3 Mikrokontroler ATmega 2560

Mikrokontroler adalah sebuah alat pengendali (kontroler) berukuran mikro atau sangat kecil yang dikemas dalam bentuk chip. Sebuah mikrokontroler pada dasarnya bekerja seperti sebuah mikroprosesor pada komputer. Keduanya memiliki sebuah *Central Processing Unit* (CPU) yang menjalankan instruksi program, melakukan logika dasar, dan pemindahan data. Namun agar dapat digunakan, sebuah mikroprosesor memerlukan tambahan komponen, seperti memori untuk menyimpan program dan data, juga interface input-output untuk berhubungan dengan dunia luar.

Mikrokontroler yang digunakan pada Arduino Mega 2560 Rev3 ini adalah Mikrokontroler ATmega 2560. Mikrokontroler ini menjadi komponen utama dari sistem minimum Arduino Mega 2560 Rev3. Setiap pin mikrokontroler ATmega 2560 dipetakan sesuai dengan kebutuhan standar Arduino pada umumnya.

ATmega2560 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berdaya rendah yang didasarkan pada arsitektur RISC yang ditingkatkan AVR. Dengan menjalankan instruksi yang kuat dalam satu siklus clock tunggal, ATmega2560 mencapai throughput mendekati 1 MIPS per MHz yang memungkinkan perancang sistem untuk mengoptimalkan konsumsi daya dibandingkan kecepatan pemrosesan.

2.7.4 Spesifikasi Arduino Mega 2560 Rev3

Adapun spesifikasi singkat mengenai Arduino Mega 2560 Rev3 dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Mega 2560 Rev3

Mikrokontroler	: Atmega 2560
Tegangan Operasi	: 5V
Input Voltage (disarankan)	: 7-12V
Input Voltage (limit)	: 6-20V
Pin Digital I/O	: 54 (yang 15 pin digunakan sebagai output PWM)
Pins Input Analog	: 16
Arus DC per pin I/O	: 40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	: 50 mA
Flash Memory	: 256 KB (8 KB digunakan untuk bootloader)
SRAM	: 8 KB
EEPROM	: 4 KB

DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.

- c. 3V3 adalah sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- d. GND adalah Pin Ground atau Massa.
- e. IOREF adalah pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.
- f. 16 pin sebagai input atau output analog yaitu pin A0 sampai dengan A15.
- g. 54 pin sebagai input atau output digital yaitu pin D0 sampai dengan D53 tetapi ada 15 pin untuk output PWM
- h. Serial terdiri dari Serial : 0 (RX) dan 1 (TX), Serial 1 : 19 (RX) dan 18 (TX), Serial 2 : 17 (RX) dan 16 (TX), dan Serial 3 : 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pins 0 dan 1 juga terhubung ke pin chip ATmega16U2 Serial USB-to-TTL.
- i. Eksternal Interupsi berada pada 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). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubah nilai.
- j. SPI berada pada pin 50 (MISO), pin 51 (MOSI), pin 52 (SCK), pin 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga terhubung dengan header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Arduino Uno, Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.
- k. LED dapat digunakan pada Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino ATmega 2560. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH,

maka LED menyala (ON), dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam (OFF).

- l. TWI berada pada pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan Wire. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila.
- m. AREF adalah referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi analog Reference().
- n. RESET adalah jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi board utama Arduino.

Dalam bahasa pemrograman arduino ada tiga bagian utama yaitu struktur, variabel dan fungsi (Artanto, 2012:27):

Struktur Program Arduino :

a. Kerangka Program

Kerangka program arduino sangat sederhana, yaitu terdiri atas dua blok. Blok pertama adalah void setup() dan blok kedua adalah void loop.

b. Blok Void setup ()

Berisi kode program yang hanya dijalankan sekali sesaat setelah arduino dihidupkan atau di-reset. Merupakan bagian persiapan atau instalasi program.

c. Blok void loop()

Berisi kode program yang akan dijalankan terus menerus. Merupakan tempat untuk program utama.

Berikut ini merupakan gambaran siklus yang terjadi dalam melakukan pemrograman Arduino:

1. Koneksikan papan Arduino dengan komputer melalui USB port.
2. Tuliskan sketsa rancangan suatu program yang akan dimasukkan ke dalam papan Arduino.

3. Upload sketsa program ke dalam papan Arduino melalui kabel USB dan kemudian tunggu beberapa saat untuk melakukan restart pada papan Arduino.
4. Papan Arduino akan mengeksekusi rancangan sketsa program yang telah dibuat dan di-upload ke papan Arduino.

2.8 Motor Driver Cytron MDD10A Rev 02

Driver motor adalah perangkat keras yang digunakan untuk mengontrol arah putaran dan kecepatan motor DC. *Driver motor* Cytron MDD10A adalah versi dual-channel MD10C yang dirancang untuk menggerakkan 2 motor DC yang disikat dengan arus tinggi hingga 10A terus menerus. MDD10A dapat mendukung motor dari tegangan 5V-30V DC. **Gambar 2.9** merupakan bentuk fisik dari Driver motor Cytron MDD10A.



Gambar 2.9 Motor Driver Cytron MDD10A

Sumber: <https://www.robotshop.com/community/forum/t/review-for-motor-driver-mdd10a-controlling-by-raspberry-pi/31740>, diakses pada 20 Juni 2020

2.9 Motor DC

Motor DC seperti pada **Gambar 2.10** adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC juga dapat disebut motor arus searah. Seperti namanya, DC motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct current*) untuk dapat menggerakannya.



Gambar 2.10 Motor DC PG45

Sumber : <https://www.anakkendali.com/arduino-tutorial-mengakses-driver-motor-bts7960-motor-pg28-motor-pg45/>, diakses pada 20 Juni 2020

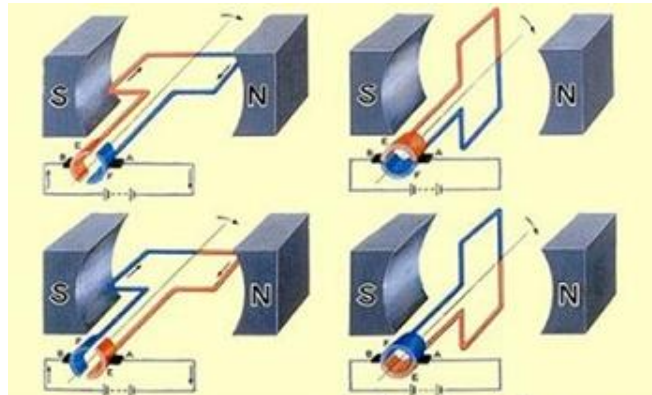
Motor DC menghasilkan sejumlah putaran permenit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (Revolutions per minute) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam atau pun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada motor DC tersebut dibalikan. Motor DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk kebanyakan motor listrik DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm - 8000 rpm dengan menggunakan tegangan opsional 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 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 lebih tinggi sekitar 30% dari tegangan yang ditentukan, maka motor DC tersebut akan menjadi sangat panas dan akhirnya rusak .

2.9.1 Prinsip Kerja Motor DC

Terdapat dua bagian utama pada sebuah Motor 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 lagi menjadi beberapa komponen yang penting yaitu diantaranya adalah *yoke* (kerangka magnet),

poles (kutub motor), *field winding* (kumparan medan magnet), *armature winding* (kumparan jangkar) *cummutator* (kumutator), *brushes* (kuas/sikat arang).

Pada prinsipnya motor DC seperti pada **Gambar 2.11** menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke 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



Gambar 2.11 Prinsip Kerja Motor DC

Sumber : teknikelektronika.com, diakses pada 20 Juni 2020

Untuk menggerakannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah pada arus kumparan dibalik. Dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatan akan berubah menjadi kutub utara. Pada saat perubahan kutub terjadi. Kutub selatan kumparan akan berubah menjadi 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.

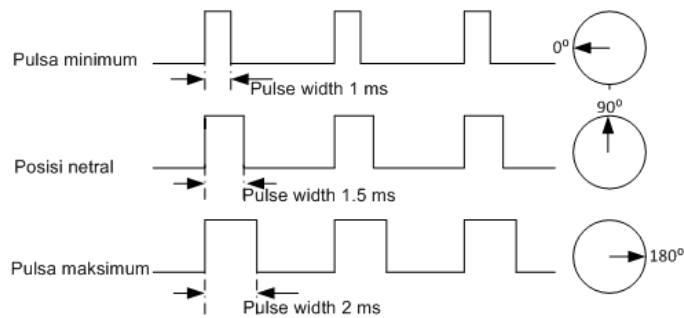
2.10 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan.

2.10.1 Prinsip Kerja Motor Servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan **Gambar 2.12** dibawah ini.



Gambar 2.12 Pulse Motor Servo

Sumber: www.insinyeor.com, diakses pada 2 Februari 2020

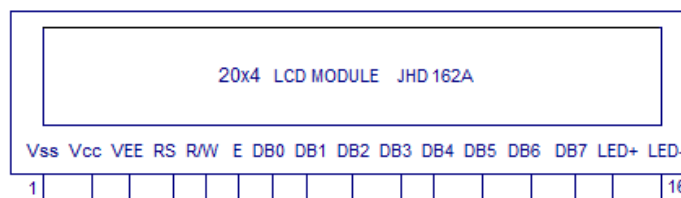
Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

2.11 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah panel penampil yang dibuat dari bahan kristal cair. Kristal dengan sifat-sifat khusus yang menampilkan warna lengkap yang berasal dari efek pantulan/transmisi cahaya dengan panjang gelombang pada sudut lihat tertentu, merupakan salah satu rekayasa penting yang menunjang kebutuhan akan peralatan elektronik serba tipis dan ringan LCD atau *Liquid Crystal Display* sekarang semakin banyak digunakan, dari yang berukuran kecil, seperti LCD pada sebuah MP3 player, sampai yang berukuran besar seperti monitor PC atau televisi. Warna yang dapat ditampilkan bisa bermacam-macam, dari yang 1 warna (monokrom) sampai yang 65.000 warna. Pola (pattern) LCD juga bisa bervariasi, dari pola yang membentuk display 7 segmen (misalnya LCD yang dipakai untuk jam tangan) sampai LCD yang bisa menampilkan karakter/teks dan LCD yang bisa menampilkan gambar. LCD sangat

berbeda dengan display 7 segmen atau display dot matriks. Untuk menyalakan LCD diperlukan sinyal khusus (gelombang AC). Oleh karena itu, diperlukan sebuah IC driver yang khusus juga. Pada LCD yang bisa menampilkan karakter (LCD karakter) dan LCD yang bisa menampilkan gambar (LCD grafik), diperlukan memori untuk membangkitkan gambar CGROM atau Character Generator ROM) dan juga RAM untuk menyimpan data (teks atau gambar) yang sedang ditampilkan (DDRAM atau Display Data RAM). Diperlukan pula pengendali (controller) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. LCD karakter adalah LCD yang bisa menampilkan karakter ASCII dengan format dot matriks.

LCD jenis ini bisa dibuat dengan berbagai ukuran, 1 sampai 4 baris, 16 sampai 40 karakter per baris dan dengan ukuran font 5x7 atau 5x10. LCD ini biasanya dirakit dengan sebuah PCB yang berisi pembangkit karakter dan IC pengendali serta driver-nya. Walaupun ukuran LCD berbeda-beda, tetapi IC pengendali yang digunakan biasanya sama sehingga protokol komunikasi dengan IC juga sama. Antarmuka yang digunakan sesuai dengan level digital TTL (Transistor-transistor logic) dengan lebar bus data yang bisa dipilih 4 bit atau 8 bit. Pada bus data 4 bit komunikasi akan 2 kali lebih lama karena data atau 29 perintah akan dikirimkan 2 kali, tetapi karena mikrokontroler sangat cepat, hal ini tidak akan menjadi masalah. Penggunaan bus data 4 bit akan menghemat pemakaian port mikrokontroler. Semua fungsi display diatur oleh instruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikrokontroler. **Gambar 2.12** merupakan rangkaian LCD dengan menggunakan I2C sebagai komunikasinya.



Gambar 2.12 Pin Out LCD 20x4.

Sumber: <https://blog.nikunjchauhan.com/how-to-use-i2c-lcd-with-arduino-uno-or-mega/>, diakses pada 20 Juni 2020

Keterangan *Pin Out* LCD dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Keterangan *Pin Out* LCD 20x4

Pin No.	Pin Name	Description
Pin 1	VSS	Ground
Pin 2	VCC	5V Supply Voltage
Pin 3	V0/VEE	Operating voltage for LCD
Pin 4	RS	H: Data L: Instruction Code
Pin 5	R/W	H: Read L: Write
Pin 6	E	Enable Signal
Pin 7	DB0	Data Bus
Pin 8	DB1	
Pin 9	DB2	
Pin 10	DB3	
Pin 11	DB4	
Pin 12	DB5	
Pin 13	DB6	

Pin 14	DB7	
Pin 15	LED Positive	LED Pin
Pin 16	LED Negative	LED Pin

2.12 I2C (*Inter-Integrated Circuit*)

I2C (*Inter-Integrated Circuit*) merupakan koneksi yang dibuat untuk menyediakan komunikasi antara perangkat-perangkat terintegrasi, seperti sensor, RTC, dan juga EEPROM. Komunikasi I2C menggunakan protocol dan hanya menggunakan dua kabel untuk komunikasi, yaitu *Synchronous Clock* (SCL) dan *Synchronous Data* (SDA). Secara berurutan data dikirim dari *master* ke *slave* kemudian dari *slave* ke *master*. Perangkat I2C menggunakan 2 buah pin *open-drain* dua arah dengan memberikan *pull-up* resistor untuk setiap garis bus sehingga berlaku seperti AND menggunakan kabel. AVR dapat menggunakan 120 jenis perangkat untuk berbagi pada bus I2C yang masing-masing disebut sebagai node. Setiap node beroperasi sebagai *master* atau *slave*. *Master* merupakan perangkat yang menghasilkan clock untuk sistem, menginisiasi, dan juga memutuskan sebuah transmisi. *Slave* merupakan node yang menerima *clock* dan dialamatkan oleh *master*. Baik *master* dan *slave* dapat menerima dan mentransmisikan data, dapat dilihat pada **Gambar 2.13**.

I2C merupakan protocol komunikasi serial dimana setiap bit data ditransfer pada jalur SDA yang disinkronisasikan dengan pulsa clock pada jalur SCL. Jalur data tidak dapat berubah ketika jalur clock berada dalam kondisi high. Dalam I2C, setiap alamat atau data yang ditransmisikan harus dibentuk dalam sebuah paket dengan panjang 9 bit dimana 8 bit pertama disimpan dalam jalur SDA oleh *transmitter*, dan bit ke-9 merupakan *acknowledge* (atau *not acknowledge*) oleh *receiver*.



Gambar 2.13 Aliran Data I2C

Sumber: http://web.fisika.ui.ac.id/images/Laboratorium/Lab_Sistem_Tertanam/Modul_Pendamping9_SistemTertanam.pdf, diakses pada 20 Juni 2020

2.13 Algoritma *Fuzzy Logic*

Logika *Fuzzy* adalah peningkatan dari logika boolean yang mengenalkan konsep *kebenaran sebagian*. Dimana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binery (0 atau 1, hitam atau putih, iya atau tidak), logika *fuzzy* menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran.

Logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat". Dia berhubungan dengan set *fuzzy* dan teori kemungkinan. *Fuzzy* diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadah dari Universitas California, Berkeley pada 1965.

Alasan penggunaan algoritma *fuzzy*

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti, konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat
4. Logika *fuzzy* dapat memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional .

2.13.1 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses menetapkan input numerik suatu sistem ke set *fuzzy* dengan beberapa tingkat keanggotaan. Tingkat keanggotaan ini dapat berada di mana saja dalam interval $[0,1]$. Jika nilai 0 maka bukan milik set *fuzzy* yang diberikan, dan jika itu nilai 1 maka sepenuhnya milik set *fuzzy*. Nilai apa pun antara 0 dan 1 menunjukkan tingkat ketidakpastian bahwa nilai tersebut termasuk dalam set atau tidak. Set *fuzzy* ini biasanya dideskripsikan dengan kata-kata, dan dengan menetapkan input sistem ke set *fuzzy*, kita dapat mempertimbangkannya dengan cara yang secara linguistik alami.

2.13.2 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses menghasilkan hasil yang dapat diukur dalam logika Crisp, himpunan *fuzzy* dan derajat keanggotaan yang sesuai. Akan lebih mudah jika nilai-nilai kebenaran output adalah persis yang diperoleh dari fuzzifikasi angka yang diberikan. Namun, karena semua nilai kebenaran output dihitung secara independen, dalam kebanyakan kasus mereka tidak mewakili set angka tersebut. Oleh karena itu, diperlukannya defuzzifikasi untuk dapat mengartikan derajat keanggotaan set fuzzy ke dalam keputusan spesifik atau nilai nyata.