

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Algoritma *Depth First Search*

2.1.1 *Search*

Menurut Luger (2005), *search* adalah sebuah teknik menyelesaikan masalah (*problem solving*) yang mengembangkan sebuah ruang permasalahan secara sistematis dalam sebuah proses. Terdapat 4 kriteria untuk menentukan performa sebuah metode pencarian, yaitu *Completeness*, *Time Complexity*, *Space Complexity*, dan *Optimality*. *Completeness* adalah apakah metode tersebut menjamin ditemukannya solusi jika solusi tersebut ada. *Time Complexity* adalah lama waktu yang dibutuhkan untuk menemukan solusi tersebut. *Space Complexity* adalah jumlah memori yang diperlukan dan yang dimaksud *Optimality* adalah apakah metode tersebut menjamin menemukan solusi yang terbaik jika terdapat beberapa solusi yang lain.

Metode pencarian dibagi menjadi dua strategi, yaitu *uninformed search* dan *informed search*. *Uninformed search* merupakan suatu strategi pencarian tanpa ada informasi mengenai *cost* (bobot) atau informasi tertentu sedangkan *Informed search* merupakan suatu strategi pencarian yang membutuhkan informasi mengenai *cost* (bobot) atau informasi tertentu.

2.1.2 Metode *Uninformed Search*

Metode *uninformed search* sering disebut juga dengan *blind search*. Istilah tersebut menggambarkan bahwa teknik pencarian ini tidak memiliki informasi tambahan mengenai kondisi luar dari yang disediakan oleh definisi masalah. Metode *uninformed search* terdiri atas *Breadth First Search* (BFS), *Depth First Search* (DFS), *Uniform Cost Search* (UCS), *Depth Limited Search* (DLS), *Iterative-Deeping Search* (IDS) dan *Bi-directional Search* (BDS).

2.1.3 Teori Graf

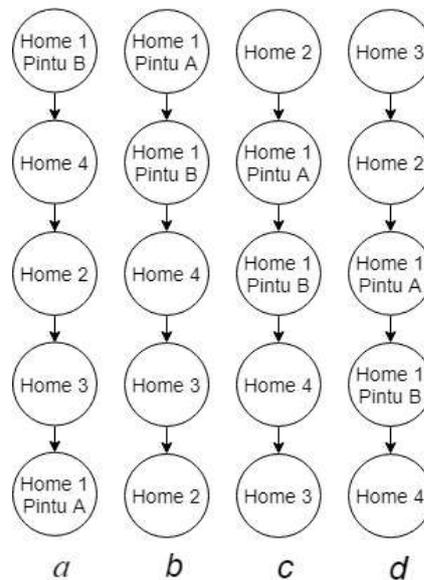
Beberapa terminologi graf yang dibahas adalah *verteks*, *edge*, *graf* tidak berarah, *graf* berarah, *graf* berbobot, dan *path* (lintasan).

Verteks merupakan titik atau node yang menunjukkan tempat yang dijadikan sebagai goal atau tujuan, start atau awal, atau tempat yang akan dilalui dalam suatu perjalanan. *Edge* merupakan garis penghubung antar *verteks*.

Graf tidak berarah (*undirected graf*) merupakan graf yang tidak memiliki arah dan anak panah sehingga dapat dilalui oleh dua arah yang berlawanan. *Graf* berarah (*directed graf*) merupakan *graf* yang memiliki arah dan biasanya ditunjukkan dengan sebuah anak panah dengan salah satu ujungnya disebut *tail* (ekor) dan *head* (kepala). *Graf* berarah tidak dapat dilewati oleh dua arah yang berbeda. *Graf* berbobot merupakan *graf* yang memiliki bobot atau nilai di setiap *edge*-nya dan dapat berupa *graf* berarah maupun *graf* yang tidak berarah. *Path* (lintasan) merupakan suatu lintasan yang melalui *verteks* dan *edge* dimana *verteks* tidak boleh dilewati lebih dari satu kali.

2.1.4 Depth First Search

Algoritma *Depth-First Search* (DFS) atau algoritma pencarian mendalam juga merupakan pencarian dilakukan pada satu node dalam setiap level dari yang paling kiri. Jika pada level yang paling dalam, solusi belum ditemukan, maka pencarian dilanjutkan pada node sebelah kanan. Node yang kiri dapat dihapus dari memori. Jika pada level yang paling dalam tidak ditemukan solusi, maka pencarian dilanjutkan pada level sebelumnya. Demikian seterusnya sampai ditemukan solusi. Jika solusi ditemukan maka tidak diperlukan proses *backtracking* (penelusuran balik untuk mendapatkan jalur yang diinginkan).



Gambar 2.1 a. diagram alir DFS start home 1 pintu A
 b. diagram alir DFS start home 2
 c. diagram alir DFS start home 3
 d. diagram alir DFS start home 4

Algoritma DFS secara alami menggunakan rekursif dalam implementasinya. Berikut ini adalah langkah-langkah traversal *graf* dengan memanfaatkan algoritma DFS .

- a. Kunjungi simpul akar (*root*).
- b. Untuk sebuah tetangga dari simpul ini yang belum pernah dikunjungi sebelumnya, anggap simpul ini sebagai akar untuk melakukan DFS pada langkah 1.
- c. Jika sudah tidak terdapat tetangga yang belum pernah dikunjungi lagi, lakukan runut balik ke simpul yang telah dikunjungi sebelumnya.
- d. Penelusuran berhenti ketika simpul awal dari DFS ini sudah tidak mempunyai tetangga yang belum pernah dikunjungi.

Berikut ini adalah *pseudocode* penelusuran *graf* dengan DFS.

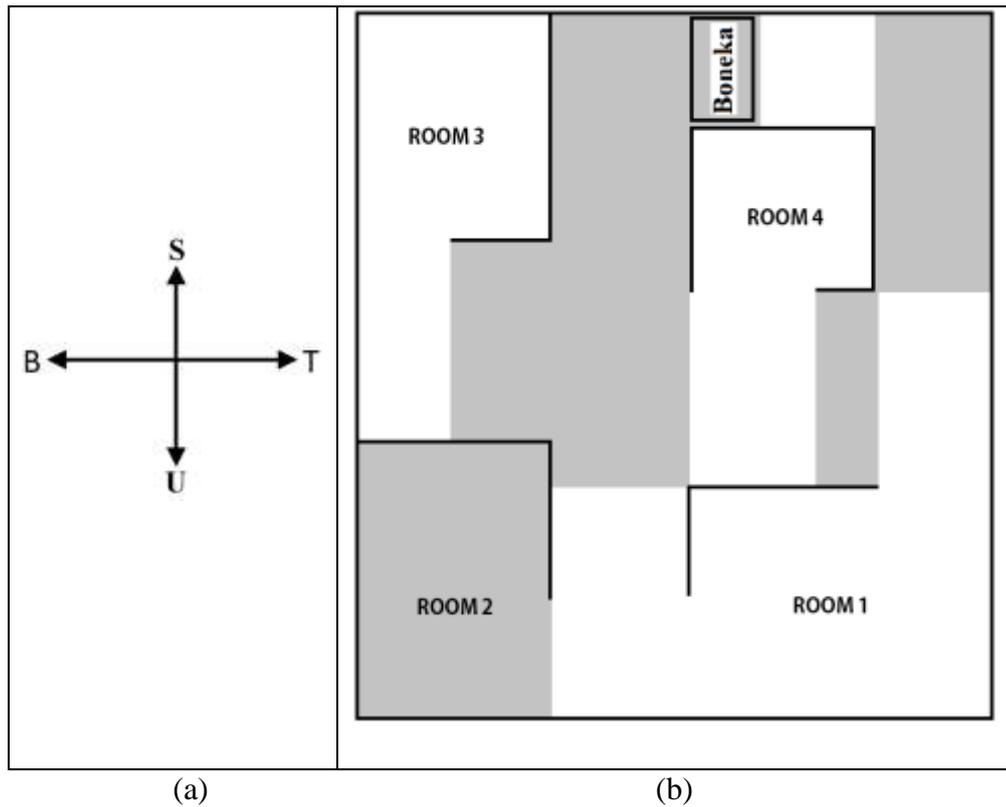
```

Procedure DFS (input v: integer)
{ mengunjungi seluruh simpul graf dengan algoritma pencarian
DFS
    Masukan : v adalah simpul awal kunjungan
    Keluaran : semua simpul yang dikunjungi ditulis ke layar
}
Deklarasi
    W : integer
Algoritma
    Write (v)
    Dikunjungi[v] = true
    For setiap simpul w yang bertetangga dengan simpul v do
        If not dikunjungi [w] then
            DFS(w)
        Endif
    endfor

```

Kelebihan dan Kekurangan Algoritma *Depth First Search* (DFS) yaitu :

- a. Kelebihan Algoritma *Depth First Search*
 - Memori yang relatif kecil
 - Secara kebetulan, akan menemukan solusi tanpa harus menguji lebih banyak lagi
- b. Kekurangan Algoritma *Depth First Search*
 - Memungkinkan tidak ditemukannya tujuan yang diharapkan
 - Hanya akan mendapatkan 1 solusi pada setiap pencarian



Gambar 2.2 a. Arah Mata Angin
b. Lapangan KRPAI

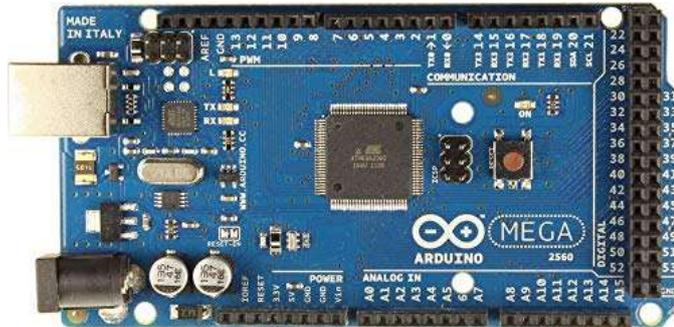
2.2 Arduino Mega2560

2.2.1 Pengertian Arduino

Arduino adalah *board* berbasis mikrokontroler atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan computer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan proses input, dan output sebuah rangkaian elektronik.

Pada gambar 2.3 merupakan jenis Arduino Mega tipe 2560, Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroller yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. *Board* ini memiliki pin I/O yang cukup banyak,

sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (*serial port hardware*). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah port USB, *power jack* DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler.



Gambar 2.3 Arduino Mega 2560
(M. Adrian, 2019)

Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan *power* dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke *jack* DC.

2.2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Mega 2560
(M. Adrian, 2019)

Keterangan	Spesifikasi
Chip mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan, <i>via jack</i> DC)	7V - 12V
Tegangan input (limit, <i>via jack</i> DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	54 buah, diantaranya menyediakan PWM
Analog Input pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 Ma
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
<i>Clock speed</i>	16 Mhz
Dimensi	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g

2.2.3 Catu Daya

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan Catu daya *Eksternal*. Sumber listrik dipilih secara otomatis. *Eksternal* (nonUSB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya plug pusat-positif 2.1 mm ke dalam board penghubung listrik. Lead dari baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin GND dan Vin dari konektor Power.

Bord dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6-20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 Volt dan board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan bias panas dan merusak *board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7-12 Volt. Pin catu daya adalah sebagai berikut :

- a. VIN. Tegangan input ke papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya diatur lainnya). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
- b. 5V. Catu daya yang diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lain di papan tulis. Hal ini dapat datang baik dari VIN melalui regulator *onboard*, atau disediakan oleh USB atau suplai 5V diatur lain.
- c. 3V3. Sebuah pasokan 3,3 volt yang dihasilkan oleh regulator *on-board*. menarik arus maksimum adalah 50 mA.
- d. GND. *Ground* pins.

2.2.4 Memory

ATmega2560 memiliki 256 KB dari memori *flash* untuk menyimpan kode (8 KB digunakan untuk bootloader), 8 KB dari SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

2.2.5 Input dan Output

Masing-masing dari 54 pin digital pada Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, dan `digitalRead ()` fungsi. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima

maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal yang (terputus secara *default*) dari 20- 50 KOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

Serial: 0 (RX) dan 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) dan 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) dan 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan data serial (TX) TTL. Pin 0 dan 1 juga terhubung ke pin dari ATmega8U2 USB-to-TTL Chip Serial.

- a. Interupsi *Eksternal*: 2 (menggangu 0), 3 (menggangu 1), 18 (*interrupt* 5), 19 (*interrupt* 4), 20 (*interrupt* 3), dan 21 (*interrupt* 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat `attachInterrupt ()` fungsi untuk rincian.
- b. PWM: 0 13. Memberikan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite ()`.
- c. SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga pecah pada header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Uno, *Duemilanove* dan *Diecimila*.
- d. LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin tinggi nilai, LED menyala, ketika pin rendah, itu off.
- e. I2C: 20 (SDA) dan 21 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan Kawat (dokumentasi di website Wiring). Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin I2C pada *Duemilanove* atau *Diecimila*

Arduino Mega 2560 memiliki 16 input analog, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* mereka mengukur dari tanah ke 5 volt, meskipun adalah mungkin untuk mengubah batas atas dari kisaran mereka menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference ()`.

Ada beberapa pin lainnya di papan:

- a. AREF. tegangan referensi untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference ()`.

- b. Reset. Bawa garis LOW ini untuk me-reset mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset untuk perisai yang menghalangi satu di papan tulis.

2.2.6 Komunikasi

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega2560 menyediakan empat UART hardware untuk TTL (5V) komunikasi serial. Sebuah ATmega8U2 pada saluran salah satu papan atas USB dan menyediakan *port com virtual* untuk perangkat lunak pada komputer (mesin *Windows* akan membutuhkan file .inf, tapi OSX dan Linux mesin akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis).

Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data tekstual sederhana yang akan dikirim ke dan dari papan. The RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui ATmega8U2 Chip dan USB koneksi ke komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Sebuah perpustakaan *SoftwareSerial* memungkinkan untuk komunikasi *serial* pada setiap pin digital Mega2560 ini. ATmega 2560 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C; lihat dokumentasi di website Wiring untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

2.3 Open CM9.04

Open CM9.04 adalah perangkat atau papan mikrokontroler *open source* yang diproduksi oleh ROBOTIS, sebuah perusahaan yang bergerak dibidang robotika berasal dari korea selatan. Mikrokontroler merupakan suatu IC yang didalamnya berisi CPU, ROM, RAM dan I/O yang dapat diprogram yang dapat disimpan didalam memori sehingga dapat mengendalikan perintah secara otomatis. *Open CM9.04* bersifat *open source* baik secara *hardware* maupun *software*. Secara *hardware* kontroler ini didukung mikrokontroler ARM Cortex-M3 dengan seri STM32F103CB. Kontroler ini juga dilengkapi dengan model pin

head yang kompatibel dengan sensor dan servo dari ROBOTIS yang layaknya seperti mikrokontroler board open source lainnya.



Gambar 2.4 OpenCM9.04

(M. Alda, 2019)

Sedangkan dari segi *software* kontroler ini menggunakan *software Open CM9.04* untuk keperluan membangun dan mendownload programnya, namun dikarenakan *Open CM9.04* bersifat open source kita juga dapat mengakses pemograman pada *Open CM9.04* dengan *software Arduino IDE* yang sudah sangat banyak digunakan dalam membangun sebuah proyek mikrokontroler sehingga hal ini sungguh membantu kita dalam menggunakannya dalam membangun proyek sendiri. *Open CM* memiliki tampilan yang hamper sama dengan *Arduino IDE*, hal ini tentunya akan memanjakan para pecinta *Arduino*. Selain itu *software Open CM* juga sudah dilengkapi library yang dapat digunakan pada saat ingin mengakses *Open CM9.04* melalui aplikasi *Arduino IDE*, dengan tentunya menginstal librarynya terlebih dahulu. Pada Versi *CM9.04-A* pengguna harus memasang sendiri konektor header agar modul dapat digunakan. Opsi lainnya adalah dengan menggunakan versi *Cm9.04-B* yang sudah terpasang konektor dan header.

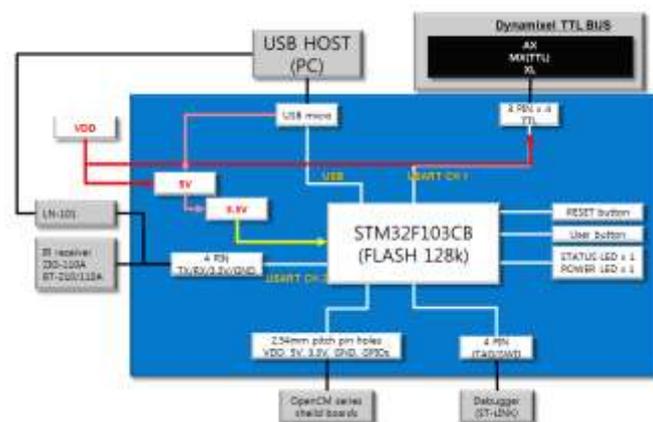
Tabel 2.2 Spesifikasi *Open CM9.04*

(M. Alda, 2019)

Nama	Deskripsi
CPU	STM32F103CB (ARM Cortex-M3)
Operation Voltage	5V~16V
I/O	GPIO 26
Timer	4 (16bit)
Analog In(ADC)	10 (12bit)

Nama	Deskripsi
Flash	128 Kbytes
SRAM	20 Kbytes
Clock	72Mhz
USB	1 (2.0 Full-Speed) Micro B type
USART	3
SPI	2
I2C(TWI)	2
Debug	JTAG & SWD
Dynamixel TTL Bus 3pin	4
Size	27mm X 66.5mm

Diagram blok *OpenCM9.04* ditunjukkan di bawah ini. Skema *OpenCM9.04* didasarkan pada mikrokontroler 32 bit cortex-M3 STM32F103CB. Skema daya dirancang untuk kaskade melalui regulator 5V dan 3,3V. 5V dipasang ke bus TTL dan 3,3V dipasang ke mikrokontroler, port 5 pin dan port komunikasi 4 pin. *Open CM9.04* mendukung USB2.0 FS. Konektor Micro B digunakan untuk mendownload program atau melakukan komunikasi data. Pin 11 (TX1) & pin 12 (RX1) tidak dapat digunakan secara bersamaan karena USART channel 1 ditugaskan ke Bus Dynamixel TTL.

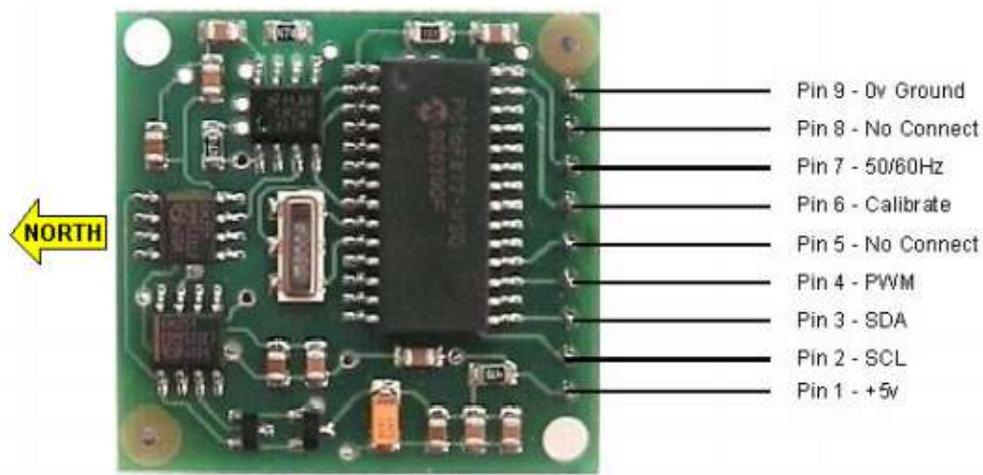


Gambar 2.5 Diagram Skematik OpenCM9.04
(M. Alda, 2019)

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.



Gambar 2.6 Sensor Kompas CMPS03

(Hendawan Soebhakti, 2008)

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.

2.5 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.



Gambar 2.7 Motor Servo Dynamixel AX-18A

(M. Alda, 2019)

Motor servo disusun dari sebuah motor DC, *gearbox*, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (*axis*) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang pada pin kontrol motor servo.

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah yaitu *Clock Wise* (CW) atau bergerak searah jarum jam dan *Counter Clock Wise* (CCW) atau bergerak berlawanan jarum jam dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.

2.4.1 Jenis Motor Servo

a. Motor Servo Standar 180°

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°.

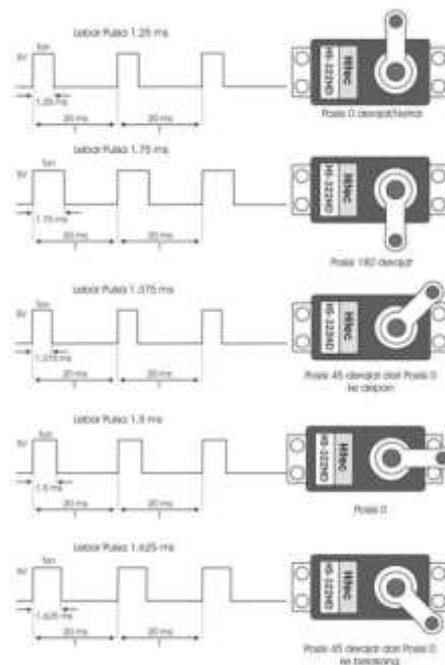
b. Motor Servo *Continuous*

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

2.4.2 Pulsa Kontrol Motor Servo

Operasional motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum. Apabila motor servo diberikan pulsa dengan besar 1.5 ms mencapai gerakan 90°, maka bila kita berikan pulsa kurang dari 1.5 ms maka posisi

mendekati 0° dan bila kita berikan pulsa lebih dari 1.5 ms maka posisi mendekati 180° .



Gambar 2.8 Pulsa Kontrol Motor Servo

(M. Alda, 2016)

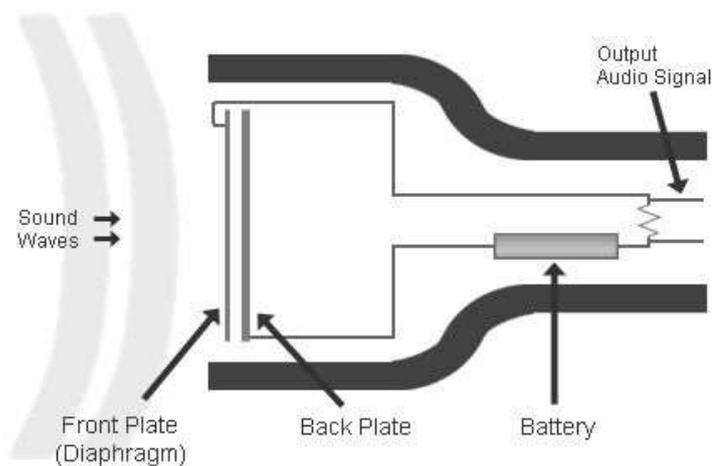
Motor Servo akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz. Dimana pada saat sinyal dengan frekuensi 50 Hz tersebut dicapai pada kondisi *Ton duty cycle* 1.5 ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat di tengah-tengah (sudut 0° / netral).

Pada saat *Ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar ke berlawanan arah jarum jam (*Counter Clock wise*, CCW) dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya *Ton duty cycle*, dan akan bertahan diposisi tersebut. Dan sebaliknya, jika *Ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar searah jarum jam (*Clock Wise*, CW) dengan membentuk sudut yang linier pula terhadap besarnya *Ton duty cycle*, dan bertahan diposisi tersebut.

2.6 Sensor Condensor Mic

Condensor mic merupakan komponen elektronik yang bersifat sebagai sensor suara, *mic condenser* sendiri terdiri dari lempengan kapasitif yang disekat pada kerapatan beberapa *micron*. Sementara itu prinsip kerja dari *mic condenser*

merupakan proses pengisian dan pembuangan kapasitansi yang diakibatkan oleh lempengan condenser yang bergeser akibat frekuensi suara yang diterimanya sehingga mengakibatkan frekuensi kapasitansi yang berubah-ubah pula pada saat ada suara yang diterima. Mic merupakan transduser yang mendeteksi sinyal suara dan menghasilkan sinyal elektrik berupa tegangan atau arus yang *proporsional* terhadap sinyal suara. Microphone memberikan output sinyal analog yang sebanding dengan perubahan tekanan akustik bergantung pada *fleksibilitas diaphragma*. Sinyal listrik kemudian digunakan untuk pengiriman, perekaman atau pengukuran pada karakteristik sinyal akustik. Penggunaan yang paling umum adalah pada audio broadcasting, perekaman, dan reproduksi, dimana frekuensinya berada pada range pendengaran manusia yaitu 20Hz-20KHz. Salah satu tipe mic yang biasa digunakan untuk kepentingan musikal adalah tipe *condenser*. Adapun symbol dan diagram *mic condenser* ditunjukkan pada Gambar 2.9 berikut:

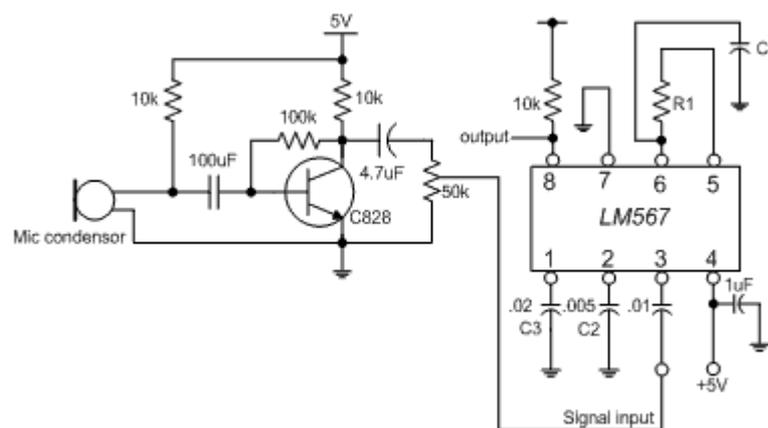


Gambar 2.9 Konstruksi dan bagian *Mic Kondensor*
(Wibowo, 2017)

2.1.1 Prinsip Kerja *Mic Condenser*

Kapasitor memiliki dua lempengan dengan terdapat tegangan diantara dua lempengan tersebut. Pada *mic condenser*, salah satu lempengan dibuat dari bahan yang sangat tipis dan berfungsi sebagai *diaphragm* (rongga). Saat gelombang suara mengenai *dipragahm*, maka *diaphragm* akan bergetar dan merubah jarak pada kedua lempengan sehingga merubah nilai kapasitansinya. Ketika kedua lempengan saling berdekatan, nilai kapasitansi naik dan terjadi pengisian arus. Ketika kedua lempengan saling berjauhan, nilai kapasitansi turun dan terjadi

pengosongan arus. Agar mic condenser dapat bekerja maka diperlukan tegangan yang melewati kapasitor. Tegangan ini dapat disuplai oleh *battery* maupun oleh *phantom power eksternal*. *Phantom power* merupakan metode untuk mengirimkan tegangan DC melalui kabel *microphone* *Desain alternatif* untuk *mic condenser* adalah *microphone elctret condenser*, menggunakan kapasitor jenis khusus yang memiliki tegangan permanen yang dibuat *built in*. Sehingga *mic* ini tidak memerlukan tegangan eksternal. Perbedaannya dengan *mic condenser* hanya terletak pada suplai power, secara keseluruhan cara kerja kedua mic ini sama. Adapun skematik dari *mic condenser* ditunjukkan sebagaimana Gambar 2.10:



Gambar 2.10 Diagram skematik Mic condenser
(Wibowo, 2017)

2.7 Sensor Jarak

2.7.1 Sensor Ultrasonic PING Parallax

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit 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 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal piezoelectric akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau

menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelectric. berikut ini gambar sensor PING Parallax2.13



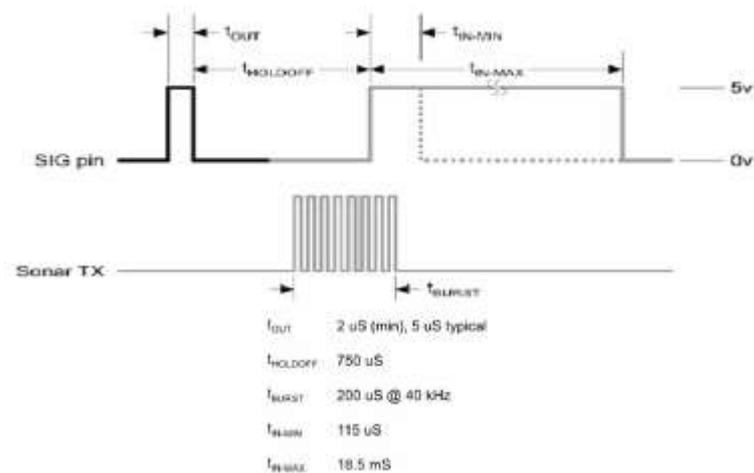
Gambar 2.11 Sensor Jarak Ultrasonik PING Parallax
(M. Dedi, 2015)

Sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) selama $t = 200 \mu\text{s}$ kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa trigger dengan t_{out} min 2 μs).

Spesifikasi sensor ini :

- Kisaran pengukuran 3cm-3m.
- Input trigger –positive TTL pulse, 2 μs min., 5 μs tipikal.
- Echo hold off 750 μs dari fall of trigger pulse.
- Delay before next measurement 200 μs .
- Burst indicator LED menampilkan aktifitas sensor.

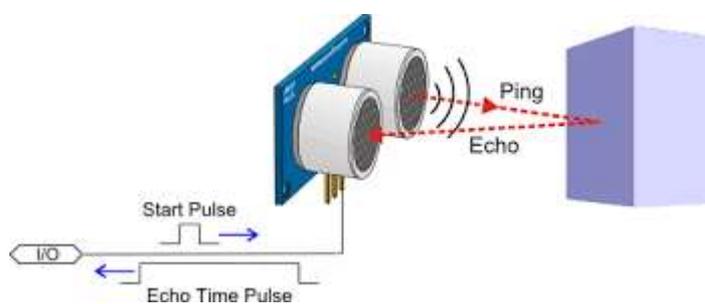
Diagram waktu sensor PING dapat dilihat pada gambar 2.14



Gambar 2.12 Diagram Waktu Sensor PING
(M. Dedi, 2015)

Pada dasarnya, Sensor PING terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Sensor PING mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa trigger dengan tOUT min. 2 μ s). Prinsip kerja sensor PING dapat dilihat pada gambar 2.14.

Gelombang ultrasonik ini melalui udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai obyek dan memantul kembali ke sensor. PING mengeluarkan pulsa output high pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi PING akan membuat output low pada pin SIG. Lebar pulsa High (tIN) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan obyek.



Gambar 2.13 Prinsip Kerja Sensor PING

(M. Dedi, 2015)

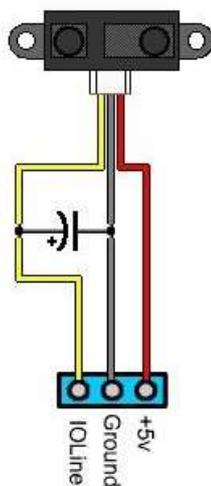
2.7.2 Sensor Sharp GP

Sensor jarak Sharp pilihan populer untuk banyak proyek yang membutuhkan pengukuran jarak akurat. Sensor Infra Red (IR) ini lebih ekonomis daripada pengukur jarak sonar, juga memberikan kinerja yang jauh lebih baik daripada alternatif IR lain. Interfacing ke mikrokontroler yang paling mudah adalah output analog tunggal dapat dihubungkan ke sebuah konverter analog ke digital untuk melakukan pengukuran jarak, atau output dapat dihubungkan ke komparator untuk deteksi ambang batas. Jangkauan deteksi versi ini adalah sekitar 20 cm sampai 150 cm.

Sensor ini termasuk pada sensor jarak kategori optik. Pada dasarnya, sensor ini sama seperti sensor Infra Red (IR) konvensional, GP2Y0A02YK0F memiliki bagian transmitter/emitter dan receiver (detektor). Bagian transmitter akan memancarkan sinyal IR, sedangkan pantulan dari IR (apabila mengenai sebuah objek) akan ditangkap oleh bagian detektor yang terdiri dari lensa pemfokus dan sebuah linear charge-couple device (CCD) array. Linier CCD array terdiri atas sederetan elemen peka cahaya yang disebut piksel (Picture element). Dalam Gambar 2.1 memperlihatkan bentuk fisik dari sensor sharp GP2Y0A02YK0F.

a Pin Out Sensor Sharp GP

Sensor ini memiliki 3-pin, Voltage, Ground, Signal. Output sensor ini adalah analog tunggal, dapat terhubung ke sebuah konverter analog ke digital untuk mengambil pengukuran jarak, atau output dapat dihubungkan ke comparator untuk deteksi ambang batas.



Gambar 2.14 Pin Out Sensor Sharp GP

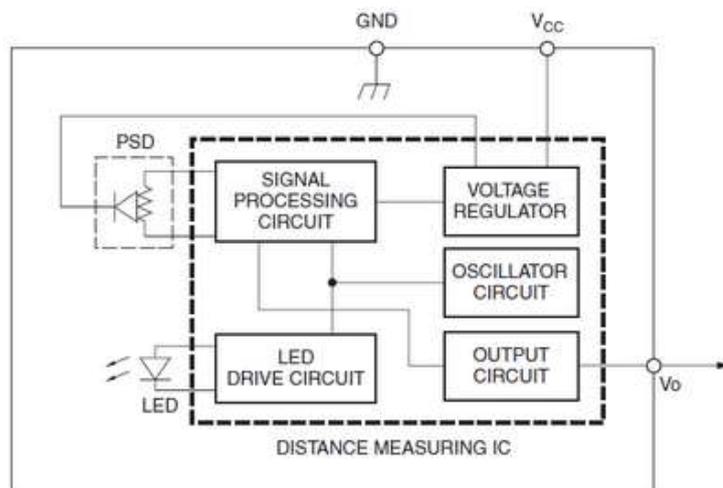
(Muhammad Yahdi, 2017)

b Prinsip Kerja Sensor Sharp GP

Sensor ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan sensor jarak ultrasonik, dimana dapat mengatasi tipuan-tipuan dalam bentuk cermin, tetapi sensor ini memiliki kelemahan apabila obyek yang dideteksi berupa dinding yang bergelombang di mana sinyal sonar akan dipantulkan ke arah lain sehingga jarak tidak terdeteksi. Untuk mengatasi hal ini, sensor inframerah sebagai pendukung sistem pengukuran jarak adalah alternatif yang baik. Berbeda dengan sensor

ultrasonik, sensor inframerah tidak menghitung waktu pancaran sinar melainkan menghitung di bagian mana sinar inframerah yang dikembalikan diterima oleh rangkaian photo transistor. Semakin jauh jarak maka semakin ke kanan sinar inframerah yang diterima pada rangkaian photo transistor dan semakin kecil tegangan outputnya. Hasil output ini akan diterima oleh ADC terlebih dahulu sebelum diambil oleh mikrokontroler

Sharp GP2Y0A02YK0F merupakan versi terbaru dari Sharp GP2D12 . Bagian LED Drive circuit akan memancarkan cahaya inframerah ke objek dan memantulkan dalam sudut yang sama. Apabila objek menjauh maka sinar akan diterima semakin ke kanan dan tegangan keluaran akan semakin mengecil. Sinar diterima pada phototransistor yang ada di dalam bagian signal processing circuit dan menghasilkan tegangan analog yang dikeluarkan ke bagian output.



Gambar 2.15 Blok Diagram Sensor Sharp GP
(Muhammad Yahdi, 2017)

2.8 Sensor Warna TCS3200

Sensor warna adalah sensor yang digunakan pada aplikasi mikrokontroler untuk pendeteksian suatu objek benda atau warna dari objek yang dimonitor. Salah satu jenis sensor warna yaitu TCS 3200.

TCS3200 merupakan konverter yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi silicon photodiode dan konverter arus ke frekuensi dalam IC CMOS monolithic yang tunggal. Keluaran dari sensor

ini adalah gelombang kotak (duty cycle 50%) frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya (irradiance).

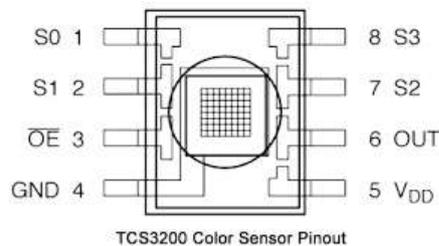
Di dalam TCS3200 seperti gambar 2.4, konverter cahaya ke frekuensi membaca sebuah array 8x8 dari photodiode, 16 photodiode mempunyai penyaring warna biru, 16 photodiode mempunyai penyaring warna merah, 16 photodiode mempunyai penyaring warna hijau dan 16 photodiode untuk warna terang tanpa penyaring.



Gambar 2.16 Sensor TCS3200

(Sutikno, 2017)

Sensor warna tcs 3200 memiliki konfigurasi pin dengan memiliki fungsi yang berbeda setiap pin yang ada seperti gambar 2.17.



Gambar 2.17 pin-pin Sensor Warna TCS3200

(Sutikno, 2017)

Tabel 2.3 Fungsi Pin Sensor Warna TCS3200

(Sutikno, 2017)

Nama	No Kaki IC	I/O	Fungsi Pin
GND	4	-	Sebagai Ground pada power supply
OE	3	I	Output enable, sebagai input untuk frekuensi output skala rendah
OUT	6	O	Sebagai output frekuensi
S0, S1	1,2	I	Sebagai saklar pemilih pada frekuensi output skala Tinggi
S2, S3	7,8	I	Sebagai saklar pemilih 4 kelompok dioda
Vdd	5	-	Supply tegangan

4 tipe warna dari photodiode telah diintegrasikan untuk meminimalkan efek ketidakseragaman dari insiden irradiansi. Semua photodiode dari warna yang sama telah terhubung secara paralel. Pin S2 dan S3 digunakan untuk memilih grup dari photodiode (merah, hijau, biru, jernih) yang telah aktif.

Pada prinsipnya pembacaan warna pada TCS3200 dilakukan secara bertahap yaitu membaca frekuensi warna dasar secara simultan dengan cara memfilter pada tiap-tiap warna dasar. Untuk itu diperlukan sebuah pengaturan atau pemrograman untuk memfilter tiap-tiap warna tersebut.

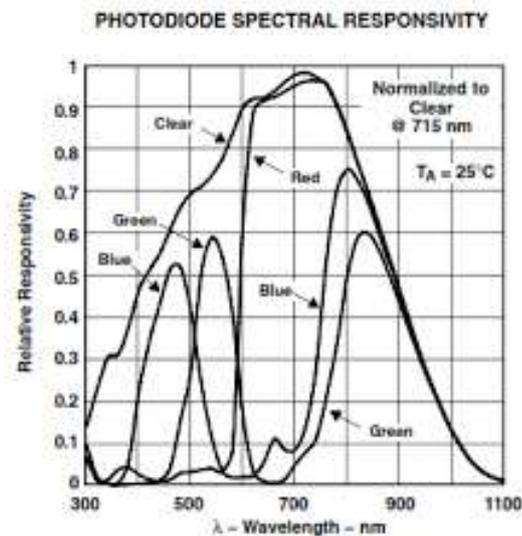
2.8.1 Karakteristik Sensor Warna TCS3200

IC TCS3200 dapat dioperasikan dengan supply tegangan pada V_{dd} berkisar antara 2,7 Volt – 5,5 volt, dalam pengoperasiannya sensor tersebut dapat dilakukan dengan dua cara :

- a. Dengan mode supply tegangan maksimum, yaitu dengan menyuplai tegangan berkisar antara 2,7 volt – 5,5 volt pada sensor warna TCS3200.
- b. Mode supply tegangan minimum , yaitu dengan menyuplai tegangan 0 sampai 0,8.

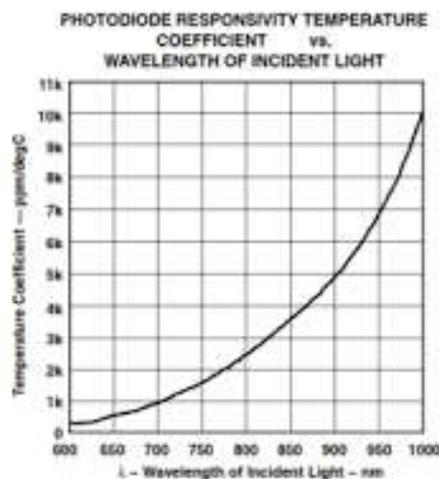
Sensor warna TCS3200 terdiri dari 4 kelompok photodiode, masing-masing kelompok memiliki sensitivitas yang berbeda satu dengan yang lainnya.

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 panjang gelombang 1100 nm photodiode tersebut memiliki nilai sensitivitas yang paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS3200 tidak bersifat linearitas dan memiliki sensitivitas yang berubah terhadap panjang gelombang yang diukur, gambar 2.18 menunjukkan karakteristik photodiode terhadap panjang gelombang cahaya.



Gambar 2.18 Karakteristik sensitivitas dan linearitas photodiode terhadap panjang gelombang cahaya.
(Sutikno, 2017)

Semakin besar temperatur koefisien yang diperoleh dari photodiode, maka semakin jauh panjang gelombang yang dihasilkan oleh sensor, dimana besar atau kecil temperatur koefisien tersebut dipengaruhi oleh keadaan panjang gelombang atau pencahayaan, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS3200 memiliki karakteristik panjang gelombang yang linear.



Gambar 2.19 Karakteristik perbandingan temperatur koefisien terhadap panjang Gelombang
(Sutikno, 2017)

2.8.2 Prinsip Kerja Sensor Warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh led super bright terhadap objek, pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matrik 8x8 photodiode, dimana 64 photo diode tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna, setiap warna yang disinari led akan memantulkan sinar led menuju photodiode, pantulan sinar tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda – beda tergantung pada warna objek yang terdeteksi, hal ini yang membuat sensor warna TCS3200 dapat membaca beberapa macam warna.

Tabel 2.4 Mode pemilihan photo diode pembaca warna
(Sutikno, 2017)

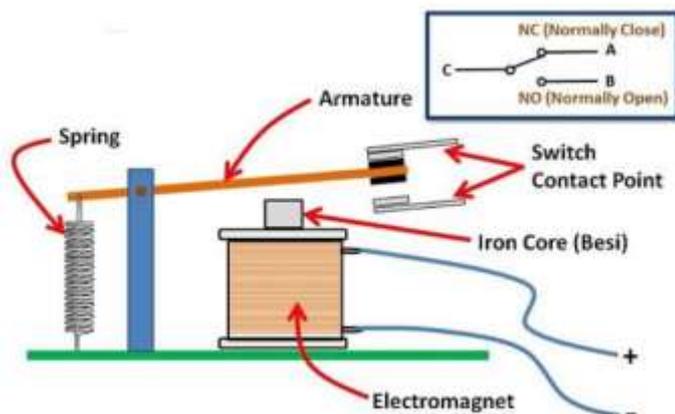
S2	S3	Photodiode
0	0	Merah
0	1	Biru
1	0	Clear (no filter)
1	1	Hijau

2.9 Relay

Relay merupakan suatu komponen elektronik yang berfungsi sebagai switch yang kemudian dihubungkan dengan kabel listrik dari peralatan listrik yang akan dikontrol. Relay akan bekerja ketika menerima input dari mikrokontroler Arduino.

2.9.1 Prinsip Kerja Relay

- a. Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup).
- b. Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka).



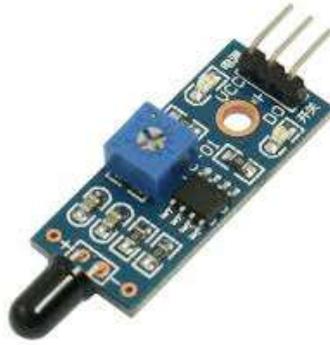
Gambar 2.20 Prinsip Kerja Relay

(Bella, 2017)

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armatur untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armatur tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armatur akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

2.10 *Flame Sensor*

Flame sensor merupakan sebuah modul yang sensitif terhadap cahaya dengan panjang gelombang 760 nm sampai 1100 nm yaitu sumber api. Sensor ini dapat mendeteksi api dengan jarak hingga 100 cm dengan sudut deteksi 60 derajat. Catu daya yang dibutuhkan untuk perangkat ini adalah 3,3 volt hingga 5 volt.



Gambar 2.21 Sensor Flame
(Dwi, 2017)

2.10 Baterai Lithium Polimer (LiPo)

Baterai *Lithium Polimer* atau biasa disebut dengan LiPo merupakan salah satu jenis baterai yang sering digunakan dalam dunia RC. Utamanya untuk RC tipe pesawat dan helikopter.

Ada tiga kelebihan utama yang ditawarkan oleh baterai berjenis LiPo ketimbang baterai jenis lain seperti NiCad atau NiMH yaitu :

- a. Baterai LiPo memiliki bobot yang ringan dan tersedia dalam berbagai macam bentuk dan ukuran
- b. Baterai LiPo memiliki kapasitas penyimpanan energi listrik yang besar
- c. Baterai LiPo memiliki tingkat discharge rate energi yang tinggi, dimana hal ini sangat berguna sekali dalam bidang RC. Selain keuntungan yang dimilikinya, baterai jenis ini juga memiliki beberapa kelemahan.
- d. Harga baterai LiPo masih tergolong mahal jika dibandingkan dengan baterai jenis NiCad dan NiMH
- e. Performa yang tinggi dari baterai LiPo harus dibayar dengan umur yang lebih pendek. Usia baterai LiPo sekitar 300-400 kali siklus pengisian ulang. Sesuai dengan perlakuan yang diberikan pada baterai.
- f. Alasan keamanan. Baterai LiPo menggunakan bahan elektrolit yang mudah terbakar.

- g. Baterai LiPo membutuhkan penanganan khusus agar dapat bertahan lama. Charging, Discharging, maupun penyimpanan dapat mempengaruhi usia dari baterai jenis ini.



Gambar 2.24 Baterai Lithium Polimer

(M. Alda, 2018)

Sekarang ini telah banyak didominasi oleh baterai jenis LiPo ketimbang Li-Ion. Kedua baterai ini pada dasarnya dibuat menggunakan bahan kimia yang sama dan membutuhkan perhatian yang sama. Perbedaannya adalah pada pemaketan sel (cell) dan tipe elektronik yang digunakan.

2.11.1 Tegangan (Voltage) baterai LiPo

Pada baterai jenis NiCad atau NiMH tiap sel memiliki 1,2 volt sedangkan pada baterai Lipo memiliki rating 3,7 volt per sel. Keuntungannya adalah tegangan baterai yang tinggi dapat dicapai dengan menggunakan jumlah sel yang lebih sedikit.

Pada setiap paket baterai LiPo selain tegangan ada label yang disimbolkan dengan “S”. Disini “S” berarti sel yang dimiliki sebuah paket baterai (*battery pack*). Sementara bilangan yang berada didepan simbol menandakan jumlah sel dan biasanya berkisar antar 2-6S (meskipun kadang ada yang mencapai 10 S).

Berikut adalah beberapa contoh notasi tegangan baterai LiPo :

- 3.7 volt battery = 1 cell x 3.7 volts
- 7.4 volt battery = 2 cells x 3.7 volts (2S)
- 11.1 volt battery = 3 cells x 3.7 volts (3S)
- 14.8 volt battery = 4 cells x 3.7 volts (4S)
- 18.5 volt battery = 5 cells x 3.7 volts (5S)
- 22.2 volt battery = 6 cells x 3.7 volts (6S)

2.11.2 Kapasitas (*Capacity*) baterai LiPo

Kapasitas baterai menunjukkan seberapa banyak energi yang dapat disimpan oleh sebuah baterai dan diindikasikan dalam miliampere hours (mAh). Notasi ini adalah cara lain untuk mengatakan seberapa banyak beban yang dapat diberikan kepada sebuah baterai selama 1 jam, dimana setelah 1 jam baterai akan benar-benar habis.

Sebagai contoh sebuah baterai RC LiPo yang memiliki rating 1000 mAh akan benar-benar habis apabila diberi beban sebesar 1000 miliampere selama 1 jam. Apabila baterai yang sama diberi beban 500 miliampere, maka baterai akan benar-benar habis setelah selama 2 jam. Begitu pun apabila beban ditingkatkan menjadi 15.000 miliampere (15 Amps) maka energi di dalam baterai akan habis terpakai setelah selama 4 menit saja. (15 Amp merupakan jumlah beban yang umum digunakan pada RC kelas 400). Seperti yang telah dijelaskan, dengan beban arus yang begitu besar maka merupakan sebuah keuntungan apabila menggunakan baterai dengan kapasitas yang lebih besar (misal 2000 mAh). Dengan begitu maka waktu discharge akan meningkat menjadi 8 menit.

2.11.3 *Discharge Rate* baterai LiPo

Discharge rate biasa disimbolkan dengan “C” merupakan notasi yang menyatakan seberapa cepat sebuah baterai untuk dapat dikosongkan (*discharge*) secara aman. Sesuai dengan penjelasan di atas bahwa energi listrik pada baterai LiPo berasal dari pertukaran ion dari anoda ke katoda. Semakin cepat pertukaran ion yang dapat terjadi maka berarti semakin nilai dari “C”. Sebuah baterai dengan discharge rate 10C berarti baterai tersebut dapat di discharge 10 kali dari kapasitas baterai sebenarnya. begitu juga 15C berarti 15 kali, dan 20C berarti 20 kali.

Mari gunakan contoh baterai 1000 mAh di atas sebagai contoh. Jika baterai tersebut memiliki rating 10C maka berarti baterai tersebut dapat menahan beban maksimum hingga 10.000 miliampere atau 10 Ampere. (10×1000 miliampere = 10 Ampere). Angka ini berarti sama dengan 166 mA per menit, maka energi baterai 1000 mAh akan habis dalam 6 menit. Angka ini berasal dihitung dengan mengkalculasi jumlah arus per menitnya. $1000 \text{ mAh} \div 60 \text{ menit} = 16,6 \text{ mA}$

per menit. Lalu kemudian kalikan 16,6 dengan *C rating* (dalam hal ini 10) = 166 mA beban per menit. Lalu bagi 1000 dengan 166 = 6,02 menit.