

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sensor

Sensor adalah komponen yang digunakan untuk mendeteksi suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu [3]. Sensor sangat berperan penting dalam dunia robotika yang berfungsi sebagai *input* navigasi suatu robot, adapun jenis jenis sensor yaitu: sensor suara, sensor cahaya, sensor tekanan, sensor api, sensor suhu, sensor kelembapan, sensor jarak dan sensor magnet.

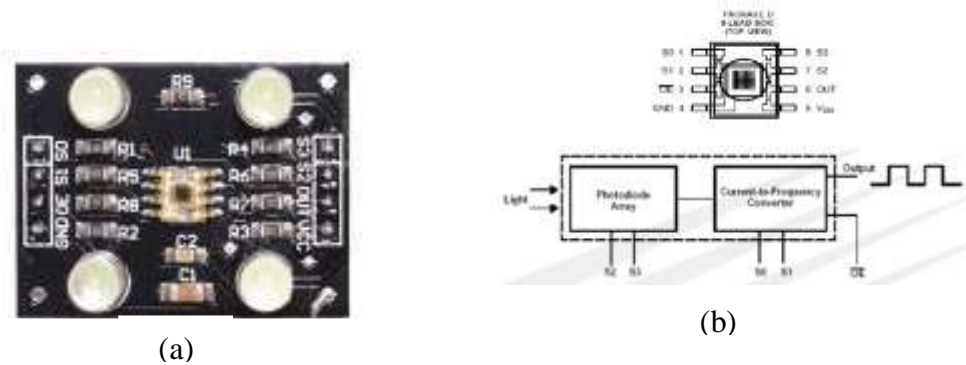
2.1.1. Sensor Warna TCS3200

Sensor Warna ini digunakan pada aplikasi mikrokontroler untuk pendeteksian suatu objek benda atau warna dari objek yang di monitor. Salah satu jenis sensor warna yaitu TCS3200. Sensor Warna ini sebelumnya sudah digunakan pada beberapa penelitian khususnya di bidang robotika. Salah satunya adalah penelitian yang di lakukan oleh Muhammad Agung (2019), yang berjudul “*Implementasi Algoritma Depth First Search Dalam Mencari Titik Api Pada Robot Hexapod*” [3]. Sensor ini memiliki tingkat keberhasilan 99% untuk mendeteksi sebuah benda atau warna terutama garis sehingga sangat cocok digunakan untuk mendeteksi garis.

TCS3200 merupakan konverter yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi *silicon photodiode* dan converter 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*).

Pada sensor TCS3200 seperti **Gambar 2.1** (a), konverter cahaya ke frekuensi membaca sebuah array 8 x 8 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 2.1 (a) Sensor Warna TCS3200 [3]

(b) Pin Sensor Warna TCS3200 [3]

Sensor warna TCS 3200 memiliki konfigurasi pin dengan memiliki fungsi yang berbeda setiap pin yang ada seperti **Gambar 2.1** (b) Untuk lebih jelasnya pin-pin Sensor Warna TCS3200 dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Fungsi Pin Sensor Warna TCS3200

Nama	No Kaki IC	I/O	Fungsi Pin
GND	4	-	Sebagai Ground pada power supply
OE	3	I	<i>Output</i> enable, sebagai <i>input</i> untuk frekuensi <i>output</i> skala rendah
OUT	6	O	Sebagai <i>output</i> frekuensi
S0, S1	1,2	I	Sebagai saklar pemilih pada frekuensi <i>output</i> 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 *irradiance*. 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.

a. Karakteristik Sensor Warna TCS3200

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

- 1) Dengan mode supply tegangan maksimum, yaitu dengan menyuplai tegangan berkisar antara 2,7 volt – 5,5 volt pada sensor warna TCS3200.
- 2) 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.

b. 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 8 x 8 *photodiode*, dimana 64 *photodiode* 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 2.2** merupakan mode pemilihan *Photodiode* pembacaan sensor warna TCS3200.

Tabel 2.2 Mode Pemilihan *Photodiode* Pembaca Warna

S2	S3	<i>Photodiode</i>
0	0	Merah
0	1	Biru
1	0	Clear (no filter)
1	1	Hijau

2.1.2. Sensor Ultrasonik

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 [6].

**Gambar 2.2** Sensor Ultrasonik [6]

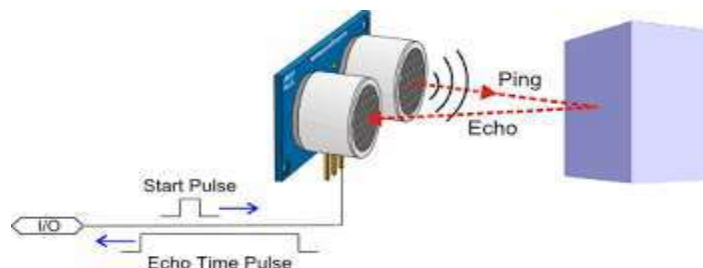
Gambar 2.2 adalah sensor Ping Parallax. Sensor ini sering digunakan pada beberapa penelitian khususnya pada bidang robotika. Sensor ini mampu mengukur jarak dari 3 cm hingga 4 meter sehingga sensor ini digunakan pada penelitian ini. Sensor *ultrasonic* terdiri dari dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak - balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam.

Sensor ping mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) selama $t = 200$ us kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor ping memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari

mikrokontroller pengendali (pulsa trigger dengan tout min 2 μ s). Spesifikasi sensor ini :

- a. Kisaran pengukuran 3 cm – 4 m.
- b. *Input trigger – positive TTL pulse*, 2 μ s min, 5 μ s tipikal.
- c. *Echo hold off* 750 μ s dari *fall of trigger pulse*.
- d. *Delay* sebelum pengukuran selanjutnya 200 μ s.
- e. *Burst indicator* LED menampilkan aktifitas sensor.

Pada dasarnya, Sensor ultrasonik terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40 KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara mikropon *ultrasonic* berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya. Sensor ping mendeteksi jarak objek 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 2.3**.



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik [6]

Prinsip kerja sensor ini adalah *transmitter* mengirimkan sebuah gelombang ultrasonik lalu diukur dengan waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, dimana kecepatan gelombang suara pada udara adalah 340 m/s sama dengan 0.034 cm/ μ s, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan persamaan sebagai berikut :

$$S = \frac{0.034 \times t}{2} \quad (2.1)$$

Keterangan :

s = jarak (cm)

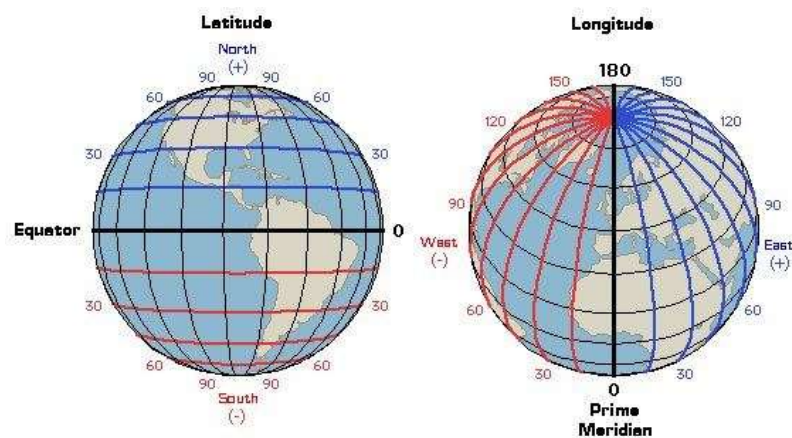
t = waktu tempuh (us)

Gelombang ultrasonik ini melalui udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai objek 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 2 x jarak ukur dengan obyek.

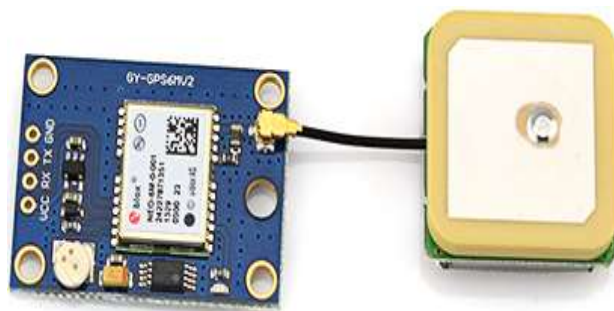
2.1.3. Sensor GPS

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi yang digunakan untuk menentukan posisi yang ada di permukaan bumi dengan bantuan sinyal satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat [4]. Satelit GPS mempunyai panel-panel pengumpul tenaga Matahari untuk membangkitkan energi listrik yang diperlukannya. Selain itu juga ada baterai yang menyimpan tenaga listrik dan mempergunakannya saat satelit tidak memperoleh sinar Matahari. Data posisi dari GPS yaitu *Latitude* (Lat) dan *Longitude* (Long). *Latitude* adalah sudut antara titik dan garis equator. Equator adalah garis imajiner yang membagi permukaan bumi menjadi dua bagian yaitu utara dan selatan. Sedangkan *longitude* adalah sudut yang diukur dari titik arbitrase (The Royal Observatory, Greenwich (UK)) sekaligus menjadi titik nol longitude. Dengan mengkombinasikan dua sudut (*latitude* dan *longitude*) tersebut, maka posisi di bumi dapat diketahui dengan spesifik. Tiap satelit mengitari bumi kira-kira sekali dalam 12 jam dengan kecepatan sekitar 11.000 kilometer per jam. Koordinat lokasi bumi dengan GPS memiliki 2 angka menunjukkan garis horizontal dan vertikal. Diawali dengan 2 koordinat letak bumi dari angka depan *Latitude* dan angka belakang *Longitude*. *Latitude* merupakan garis lintang mengarah dari

khatulistiwa (0) ke kutub selatan, atau khatulistiwa ke kutub utara dengan sudut 0-90. Sedangkan Longitude adalah garis bujur yang merupakan garis horizontal seperti dari khatulistiwa. Titik 0 adalah sudut ekuator, tanda + menunjukkan arah ke atas menuju kutub utara, sedangkan tanda minus di koordinat Latitude menuju ke kutub selatan. Titik yang dipakai dari 0 ke 90 derajat ke arah kutub utara dan 0 ke -90 derajat ke kutub selatan. **Gambar 2.4** merupakan koordinat lokasi bumi berdasarkan garis *latitude* dan *longitude*.



Gambar 2.4 Koordinat Lokasi Bumi dengan GPS [4]



Gambar 2.5 Sensor GPS GY-NEO6MV2

(Sumber : www.labelektronika.com/2017/03/tutorial-GPS-module-ublox-neo6mv2-menggunakan-Arduino)

Salah satu contoh untuk menggunakan GPS adalah dengan sensor GPS seperti pada **Gambar 2.5**. Sensor GPS GY-NEO6MV2 ini bisa digunakan untuk menentukan jarak dari posisi saat ini ke posisi target serta kecepatan sebuah

kendaraan. Satuan kecepatan yang ada di sensor GPS adalah m/h atau km/h. Perhitungan waktu tempuh yang dibutuhkan ke halte selanjutnya dapat dilakukan dengan data jarak dan kecepatan sesuai dengan :

$$t = \frac{s}{v} \quad (2.2)$$

Dengan nilai :

t = Waktu tempuh yang dibutuhkan ke halte selanjutnya (h)

s = Jarak dari bus ke halte selanjutnya (km)

v = Kecepatan bus (km/h)

2.1.4. Sensor Kompas HMC5883L

Mobile robot adalah istilah yang sering digunakan untuk menyebut sebuah robot yang memiliki kemampuan menjelajah [3]. 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.

HMC5883L adalah sebuah sensor yang digunakan untuk menunjukkan arah mata angin, atau bisa juga disebut sebagai kompas digital. HMC5883L adalah modul multi-chip yang dirancang untuk penginderaan medan magnet rendah dengan antarmuka digital untuk aplikasi seperti kompas dan magnetometri. HMC5883L ditambah plus amplifikasi yang mengandung ASIC, driver strap degaussing otomatis, pembatalan offset, dan ADC 12-bit yang memungkinkan kompas heading 1° hingga 2° ketepatan. Bus serial I2C memungkinkan antarmuka yang mudah. Aplikasi HMC5883L terdapat pada Ponsel, Netbook, Elektronik Konsumen, Sistem Navigasi Otomatis, dan Perangkat Navigasi. Berikut ini **Gambar 2.6** adalah bentuk fisik dari sensor kompas HMC5883L.



Gambar 2.6 Bentuk Fisik dari Sensor Kompas HMC5883L

(Sumber : <http://belajarmikrokontroler-2018.blogspot.com>)

Dimana spesifikasi dari sensor kompas HMC5883L adalah sebagai berikut ini :

- ADC 12-bit ADC terkopling dengan sensor AMR *low noise* yang akan menghasilkan resolusi 2-milli gauss pada medan ± 8 gauss
- Mengizinkan akurasi kompas 1 sampai 2 derajat
- Tegangan kerjanya rendah (2.16 ~ 3.6V) dan konsumsi daya rendah (100 uA). Cocok untuk aplikasi yang dicatu menggunakan *battery*
- Antarmuka digital I2C
- Sensor bisa digunakan pada lingkungan dengan medan magnet yang kuat dengan akurasi kompas 1 sampai 2 derajat

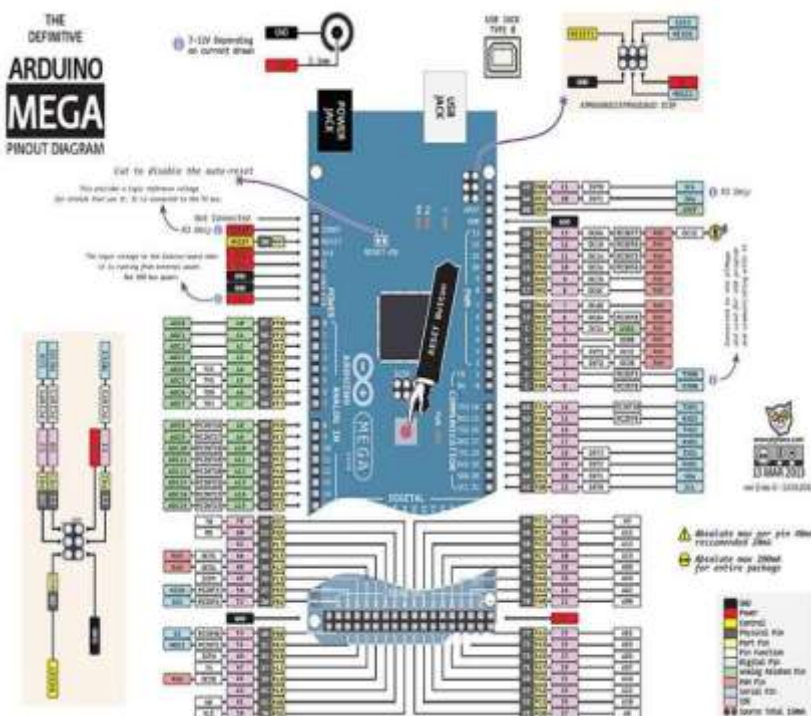
Sensor HMC5883L ini adalah sensor yang sangat sensitif sekali terhadap rotasi dan arah hadap sensor, dikarenakan sensor ini menggunakan medan magnet sebagai acuan dari pendeteksiannya / sebuah modul yang digunakan untuk menunjukkan arah mata angin digital, atau juga disebut kompas digital. Modul ini menggunakan komponen utama berupa IC HMC5883 yang merupakan IC kompas digital 3 *axis* yang memiliki *interface* berupa 2 pin I2C. Sensor yang memiliki respon terhadap rotasi atau putaran, jadi sensor ini memiliki nilai yang berbeda saat dia berada dengan posisi hadap yang berbeda, misal jika sensor ini menghadap ke utara dengan ke selatan, maka hasilnya saat posisi menghadap ke utara akan berbeda dengan pada saat sensor menghadap ke posisi selatan. Adapun persamaan dalam menentukan sudut menggunakan sensor ini yaitu :

$$\text{sudut} = \frac{\arctan2(y/x) \times 180}{\pi} \quad (2.3)$$

Kemudian apabila dari hasil perhitungan diatas dimana nilai sudut nya kurang dari nol maka :

$$\text{sudut} = 360 + \text{sudut} \quad (2.4)$$

2.2 Arduino Mega 2560



Gambar 2.7 Overview Arduino Mega 2560 [6]

Pada **Gambar 2.7** merupakan *Overview* dari arduino mega 2560. Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler 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. Dengan penggunaan yang cukup sederhana,

tinggal menghubungkan power dari USB ke PC atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC [5].

2.2.1. Spesifikasi Arduino Mega 2560

Spesifikasi Arduino Mega 2560 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 2.3.**

Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Chip mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan input	6V - 20V
Digital I/O pin	54 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM Output
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 bootloader
SRAM & EEPROM	8 KB & 4KB
Dimensi	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g
Clock speed	16 Mhz

2.2.2. 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 [3]. 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. *Board* 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.

2.2.3. 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) [3].

2.2.4. 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 [3]. 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:

- a. 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.
- b. 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.
- c. PWM : 0 13. Memberikan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite ()`.

- d. 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*.
- e. LED : 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin tinggi nilai, LED menyala, ketika pin rendah, itu off.
- f. 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, untuk mengubah batas atas dari kisaran mereka menggunakan pin AREF dan fungsi *analog Reference*.

- a. AREF. tegangan referensi untuk input analog. Digunakan dengan *analog Reference*.
- b. Reset. Bawa garis LOW ini untuk me-reset mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset untuk perisai yang menghalangi satu di papan tulis.

2.2.5. 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 [3]. Sebuah ATmega8U2 pada saluran salah satu papan atas USB dan menyediakan *port com virtual* untuk perangkat lunak pada computer. 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

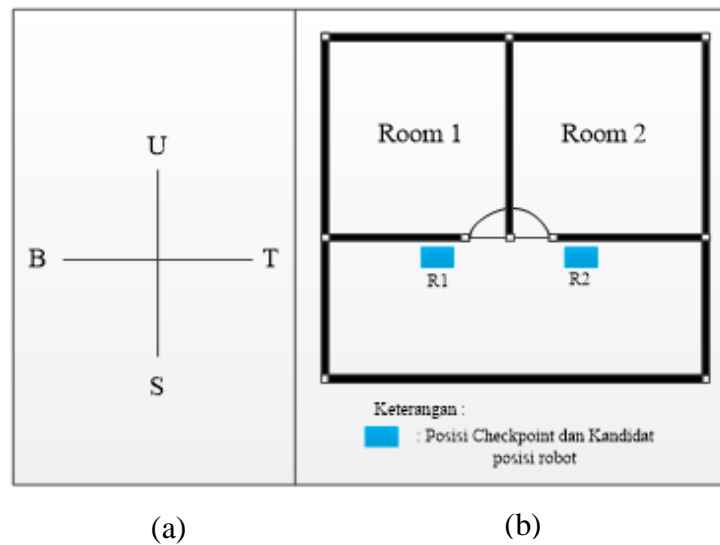
papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui ATmega8U2 Chip dan USB koneksi ke komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

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. Metode *Environment Mapping*

Environment Mapping merupakan metode yang digunakan dalam pemetaan mapping ruangan, secara sederhana penggunaannya dengan menggunakan sensor-sensor yang digunakan sebagai acuan pengenalan dengan lingkungan yang ada di sekitar. Seperti Sensor Jarak, Sensor Suhu, Sensor Kompas, Sensor GPS dan Sensor Warna.

Penelitian yang telah menggunakan metode ini sebelumnya adalah pada penelitian yang dilakukan oleh Khiarul Arham 2016 yang berjudul “*Sistem Kecerdasan Navigasi Wall Follower Pada Robot Pemadam Api Beroda Dengan Algoritma Fuzzy Dan Environment Mapping*” [10]. Dalam mencari solusi, *Environment Mapping* ini sebagai entitas otonom yang mengamati melalui sensor dan bertindak atas lingkungan menggunakan aktuator dan mengarahkan tindakan ke arah tujuan. Metode ini menggunakan sensor yang digunakan sebagai titik acuan dalam menyelesaikan masalah (*problem solving*) dengan tujuan untuk mendapatkan solusi optimum pada langkah selanjutnya yang akan mengarah pada solusi terbaik. Metode ini memiliki keakuratan tinggi dalam bernavigasi dari suatu ruangan ke ruangan tujuan. **Gambar 2.8** merupakan arah mata angin dan rule ruangan kandidat posisi robot.



Gambar 2.8 a. Arah Mata Angin
b. Rule Ruang Kandidat Posisi Robot

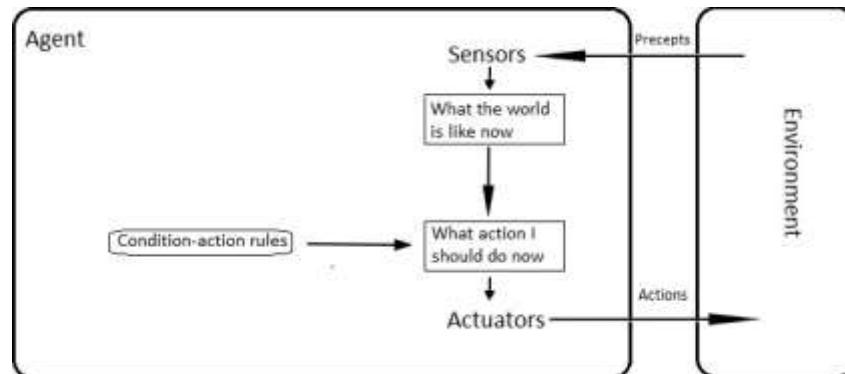
2.3.1. Simple Reflex Agent

Agent adalah segala sesuatu yang dapat di pandang sebagaimana mengamati lingkungannya seperti melalui sensor dan bertindak atas lingkungan yang melalui efektor. *Agent* manusia memiliki mata, telinga dan organ lain untuk sensor dan tangan, kaki dan bagian tubuh lainnya untuk efektor. Sebuah pengganti *agent* robot adalah berbagai macam sensor seperti sensor jarak dan sensor warna dan motor sebagai efektor.

Simple Reflex Agent hanya bertindak atas dasar persepsi saat ini, dan mengabaikan keadaan-keadaan sebelumnya [10]. Fungsi *agent* didasarkan pada *condition-action rule*. *Agent* ini hanya akan berhasil jika lingkungan dari *agent* diamati.

Pada **Gambar 2.9** merupakan blok model dari *Simple Reflex Agent*. Pada model ini terdiri dari *Agent*, *Sensor*, *Actuators*, dan *environment*. Sensor memberikan informasi masukan dari *environment* kepada *agent*, sehingga *agent* dapat mengetahui kondisi lingkungannya saat ini. Melalui *condition-action rules* maka *agent* dapat membuat keputusan yang harus dilakukan selanjutnya. Tingkat keberhasilan *agent* dalam menyelesaikan misi sangat bergantung dengan

condition-action rules. Tipe *agent* ini memiliki kekurangan karena tidak mempunyai *state*, sehingga tidak dapat mengetahui perubahan-perubahan kondisi lingkungan *agent*. Keputusan *agent* sepenuhnya bergantung pada *condition-action rules*.



Gambar 2.9 Model *Simple Reflex Agent*

(Sumber : Junaidi Sucipto, 2014)

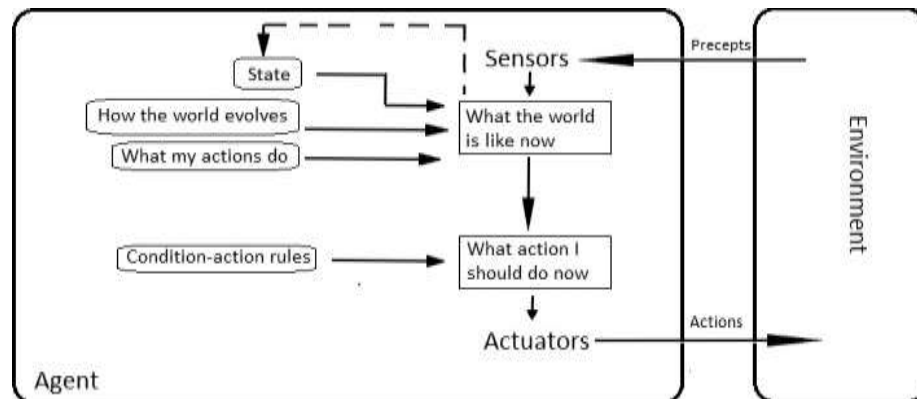
2.3.2. *Simple Reflex Agent With State*

Metode yang akan digunakan untuk membangun algoritma *maze mapping* adalah *Reflex Agent with state* [10]. Metode ini merupakan tipe *agent* yang memiliki pengamat dengan respon yang cepat dan memiliki *internal memory*. *Agent* adalah suatu benda yang dapat dipandang sebagai pengamat (*percept*) terhadap lingkungan, melalui sensor-sensor dan bertindak melalui efektor terhadap lingkungan tersebut.

Simple Reflex agent with state dapat menangani lingkungan yang sebagiannya dapat diamati. Keadaan saat ini tersimpan di dalam *agent* dan mempertahankan beberapa jenis struktur yang menggambarkan bagian dari lingkungan yang tidak dapat dilihat. *Agent* harus menjaga internal memori yang tergantung pada persepsi sebelumnya dan dengan demikian mencerminkan setidaknya beberapa aspek yang tidak teramati oleh *agent* saat ini.

Gambar 2.10 adalah blok model dari *Reflex Agent With State*. Pada model ini terdiri dari *Agent*, *Sensor*, *Actuators*, dan *environment*. Sensor memberikan informasi masukan dari *environment* kepada *agent*, sehingga *agent* dapat mengetahui

kondisi lingkungannya saat ini, lalu *agent* memeriksa kondisi perubahan dari lingkungannya. Melalui *condition-action rules* maka *agent* dapat membuat keputusan yang harus dilakukan selanjutnya.



Gambar 2.10 Model *Simple Reflex Agent With State*

(Sumber : Junaidi Sucipto, 2014)

2.4. *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD merupakan singkatan dari *Liquid Crystal Display* yang dapat digunakan untuk menampilkan berbagai hal berkaitan dengan aktivitas mikrokontroler, salah satunya adalah menampilkan teks yang terdiri dari berbagai karakter [11]. LCD (*Liquid Crystal Display*) banyak digunakan karena fungsinya yang bervariasi, dan juga pemrogramannya yang mudah.

Pada **Gambar 2.11** merupakan *Liquid Crystal Display (LCD)*. *Liquid Crystal Display (LCD)* memiliki varian tipe yang sering digunakan antara lain, LCD 16x2, LCD 16x4 dan LCD 20x4. Untuk dapat menghubungkan LCD dengan mikrokontroler, PORT pada LCD perlu dihubungkan dengan PORT yang sesuai dengan PORT pada mikrokontroler. PORT mikrokontroler ini tidak dapat digunakan untuk fungsi yang lain (fungsi I/O), tetapi didekasikan khusus untuk fungsi LCD. Pada LCD dengan 14 pin, fungsi-fungsi setiap pin dijelaskan pada **Tabel 2.4**.



Gambar 2.11 *Liquid Crystal Display*

(Sumber: <https://www.robotshop.com/uk/dfrobot-i2c-twi-lcd-module.html>)

Tabel 2.4 Deskripsi pin LCD 14 Pin

Pin	Simbol	I/O	Deskripsi
1	V _{SS}	--	Ground
2	V _{CC}	--	Power Supply +5V
3	V _{EE}	--	Power Supply untuk mengatur kontras
4	RS	I	RS = 0 untuk memilih register command RS = 1 untuk memilih register data
5	R/W	I	R/W = 0 untuk melakukan <i>write</i> R/W = 1 untuk melakukan <i>read</i>
6	E	I/O	<i>Enable</i>
7	DB0	I/O	Data bus 8-bit
8	DB1	I/O	Data bus 8-bit
9	DB2	I/O	Data bus 8-bit
10	DB3	I/O	Data bus 8-bit
11	DB4	I/O	Data bus 8-bit
12	DB5	I/O	Data bus 8-bit
13	DB6	I/O	Data bus 8-bit
14	DB7	I/O	Data bus 8-bit

Penjelasannya:

- V_{CC} , V_{SS} , dan V_{EE}
 V_{CC} sebagai supply 5V, V_{SS} sebagai ground, dan V_{EE} untuk mengatur kontras LCD.
- RS (Register select)
 Terdapat dua register yang sangat penting di dalam LCD. Jika RS = 0, register command dipilih, memungkinkan pengguna untuk mengirim perintah seperti menghapus tampilan, kursor di home, dll. Jika RS = 1, register data dipilih, memungkinkan pengguna untuk mengirim data untuk ditampilkan di LCD
- R/W, read/write
 Input R/W memungkinkan pengguna untuk menulis informasi ke LCD (R/W = 0) ataupun membaca informasi dari sana (R/W = 1).
- E (*enable*)
 Pin enable digunakan LCD untuk mengunci (latch) informasi yang tersedia ke data pin dengan memberi pulsa high-to-low.
- D0 - D7
 Pin data 8-bit ini digunakan untuk mengirimkan informasi ke LCD atau membaca isi dari internal register LCD.

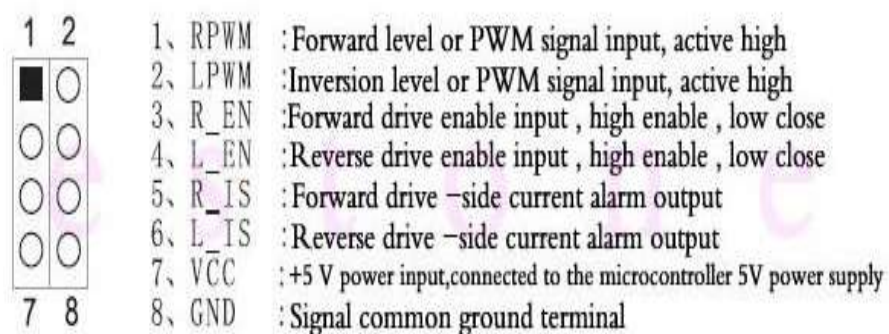
2.5. Driver Motor BTS7960



Gambar 2.12 BTS7960 Driver 43A H-Bridge Drive

(Sumber : www.brontoseno.com/produk/bts7960b-driver-43a-h-bridge-drive-pwm/)

Gambar 2.12 merupakan BTS7960 *Driver 43A H-Bridge Drive*. Pada driver motor DC ini dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki fungsi PWM [7]. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5V- 27V_{DC}, sedangkan tegangan *input* level antara 3.3V-5V_{DC}, driver motor ini menggunakan rangkaian *full H-bridge* dengan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebihan. Pin konfigurasi dari penggunaan *driver 43A H-Brige Drive PWM* ini dapat dilihat pada **Gambar 2.13**.

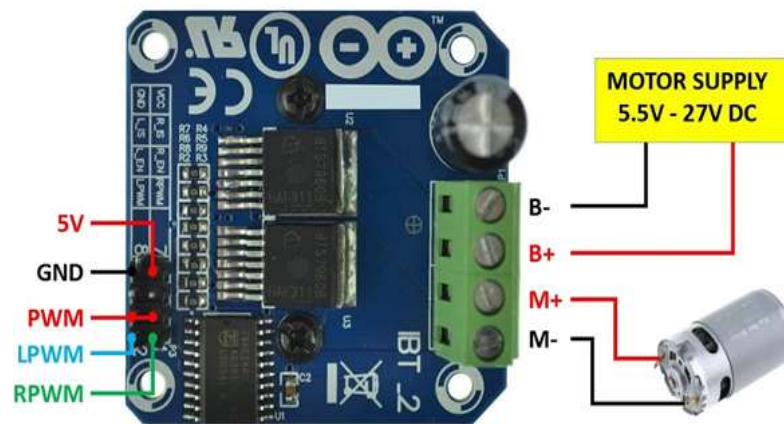


Gambar 2.13 Pin Konfigurasi BTS7960 *Driver 43A H-Bridge Drive PWM* [7]

Tabel 2.5 Logika Pemrograman Driver Motor BTS7960

No	PWM Driver Motor	LPWM	RPWM	Keterangan
1	1-255	LOW	HIGH	Searah Jarum Jam (CW)
2	1-255	HIGH	LOW	Berlawanan Jarum Jam (CCW)
3	1-255	LOW	LOW	Stop
4	1-255	HIGH	HIGH	Burn

Pada **Tabel 2.5** merupakan tabel logika pemrograman Driver BTS7960. Driver motor ini apabila pada pin LPWM dan RPWM di beri logika HIGH akan mengakibatkan IC pada driver panas yang lama kelamaan IC nya akan kebakar. Untuk menguji pemrograman diatas dapat memperhatikan konfigurasi pada **Gambar 2.14**.

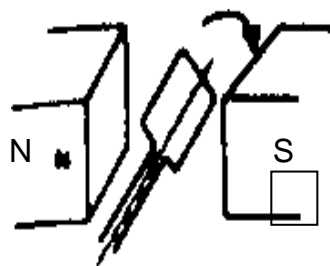


Gambar 2.14 Konfigurasi Wiring dan Pin Driver Motor BTS7960 [12]

2.6. Motor *Directional Current* (DC)

2.6.1. Prinsip Kerja Motor DC

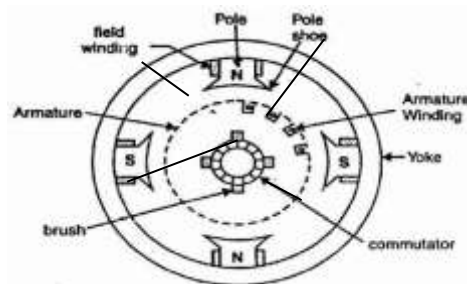
Prinsip kerja dasar dari sebuah motor *Direct Current* (DC), sebuah batang tembaga yang dapat berotasi bebas dalam medan sebuah magnet permanen [9]. Ketika sebuah arus melalui kumparan, maka menghasilkan medan magnet yang kemudian menimbulkan gaya gerak sehingga menyebabkan rotasi, hal ini terus berlanjut, kumparan berada pada posisi tegak lurus dengan arah arus yang melalui kumparan yang telah di *reverse*. **Gambar 2.15** merupakan Prinsip kerja dasar dari sebuah motor *Direct Current* (DC).



Gambar 2.15 Dasar Motor DC [9]

Pada motor DC konvensional, kumparan tembaga terpasang pada *slots* sebuah bahan magnetis silinder yang disebut dengan *armature*. *Armature* terpasang pada *bearing*, dan hal ini menyebabkan *armature* dapat berotasi secara bebas.

Armature ini berada dalam medan magnet yang dihasilkan oleh kutub magnet.



Gambar 2.16 Sistem Pada Motor DC

(Sumber : Bolton, W. 2003. “*Electronic Control System in Mechanical and Electrical Engineering*”. 3rd Edition, Prentice-Hall, England)

Gambar 2.16 menunjukkan prinsip kerja dasar dari sebuah empat kutub motor DC dengan medan magnet yang dihasilkan oleh arus yang melalui bidang kumparan. Lilitan kumparan pada tiap *armature* yang saling terhubung dengan *segment* dari *ring segment* disebut sebagai *commutator*, dengan kontak elektrik yang dibuat untuk *segment* melalui kontak karbon disebut *brushes*. Sebagai penggerak *armature*, *commutator* membalikkan arus pada tiap kumparan sehingga bergerak antara medan magnet. Hal ini perlu, jika gaya gerak pada kumparan untuk mengulang gerakan dengan yang sama dan terus berputar. Arah dari perputaran motor DC dapat dibalik, dengan membalikkan juga arah arus *armature* atau medan arus.

2.6.2. Kendali Listrik dari Sebuah Motor DC

Cara termudah dari kendali motor adalah dengan sistem *open loop control*, diaman hanya diperlukan satu pengaturan saja pada nilai *drive* tegangan, dan karakteristik motor serta beban menentukan operasi kecepatan dan torsi [9]. Tapi permasalahan yang paling menarik yaitu jika membutuhkan sistem kendali otomatis, dimana nilai tegangan bervariasi untuk menghasilkan beragam gerakan. Hal ini disebut *closed-loop* atau *feedback control*, dan ini membutuhkan sebuah *output* sensor kecepatan ataupun torsi guna terus menerus membandingkan nilai actual dari *output* dengan nilai yang diinginkan, nilai ini dinamakan *set point*.

Controller kemudian secara langsung mengubah nilai *output* motor mendekati nilai *set point*. Sistem kendali kecepatan elektronik ada dua tipe: *linear amplifiers* dan *pulse width modulators*. Kendali *Pulse Width Modulation* (PWM) mempunyai kelebihan seperti menjalankan transistor daya bipolar secara cepat antara *cutoff* dan saturasi atau mengatur FET aktif atau tidak. Dalam kasus lain, disipasi daya yang dihasilkan kecil. *Servo amplifier* menggunakan *linier power amplification* yang mana cukup memuaskan tetapi menghasilkan panas berlebih, dikarenakan fungsinya hanya untuk transistor linear, tapi karena daya kecil yang dibutuhkan, perancangan yang mudah, ukuran yang lebih kecil, dan biaya yang sedikit, maka perlu fokus untuk menggantikan *amplifier design*, yang mana sering disebut dengan *Pulse Width Modulation* (PWM) *amplifier*.

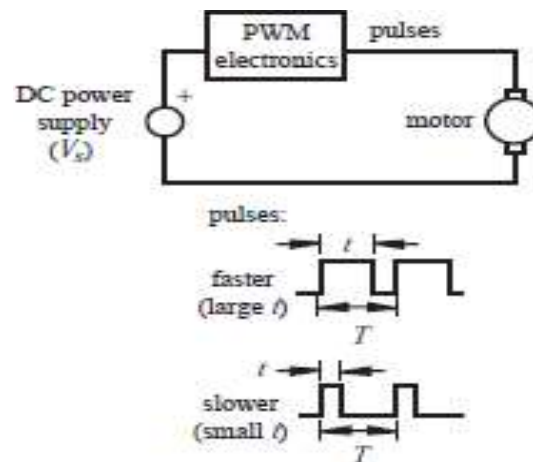
Prinsip kerja dari sebuah *amplifier* PWM dapat dilihat pada **Gambar 2.17**, Sebuah *power supply* DC langsung digantikan dengan nilai frekuensi f antara dua nilai (*on* dan *off*). Nilai tinggi terus dipertahankan selama sebuah lebar pulsa aktif berada antara nilai periode T yang tetap, dimana :

$$T = \frac{1}{f} \dots \dots \dots (1)$$

Frekuensi ini biasanya lebih dari 1 KHz. Hasil sinyal gelombang kotak memiliki nilai *Duty Cycle* yang diartikan sebagai nilai ratio antara waktu aktif pada satu perioda gelombang, biasanya dikalikan dengan persen :

$$Duty Cycle = \frac{t}{T} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

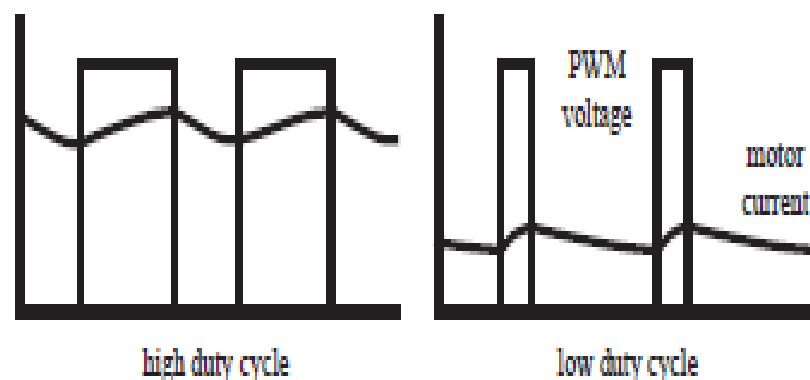
Ketika nilai *duty cycle* berubah (oleh *controller*), nilai arus yang melalui motor akan berubah, menyebabkan perubahan kecepatan dan torsi pada *output*. Inilah dasar dari *duty cycle*, dan tidak serupa dengan nilai tegangan *power supply* yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor.



Gambar 2.17 Pulse Width Modulation Pada Sebuah Motor DC [9]

Gambar 2.17 merupakan Blok diagram sistem kendali *feedback* PWM untuk sebuah motor DC. Nilai tegangan pada tachometer menghasilkan *output* linier yang berhubungan dengan kecepatan motor. *Error* dan arus motor dapat dilihat melalui sebuah *pulse-width-modulation regulator* yang menghasilkan sinyal kotak termodulasi sebagai output. Sinyal ini teramplifikasi dengan level yang sesuai untuk menggerakkan motor.

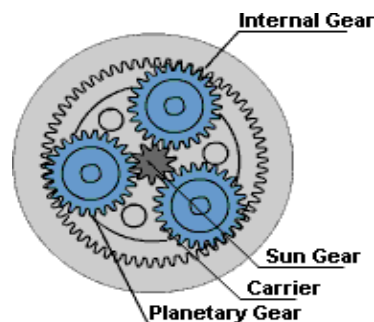
Pada **Gambar 2.18** dapat dilihat, ketika nilai *Duty Cycle* besar, maka akan menghasilkan arus motor yang besar pula, dan sebaliknya apabila nilai *Duty Cycle kecil* maka arus motor yang dihasilkan juga akan kecil.



Gambar 2.18 Nilai Tegangan PWM dan Arus Motor [9]

2.6.3. Motor DC Planetary Gear

Motor DC *planetary gear* adalah motor DC yang memiliki *torque* yang besar karena memiliki sistem *gear* yang terdiri dari tiga elemen, yaitu : *sun gear*, *carrier gear* dan *ring gear* atau *internal gear* [7]. Sehingga dengan kombinasi ketiga gear tadi menghasilkan torsi yang lebih besar. **Gambar 2.19** merupakan sistem kerja dari *planetary gear* yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.19 *Planetary Gear*

(Sumber : www.oriental-motor.com/newletter/PN-Geared.htm)



Gambar 2.20 Motor DC dengan *Planetary Gear*

(Sumber : <http://sgmadamotor.en.made-in-china.com/offer/KqmQLCMxggcV/Sell-DC-Planetary-Gear-Motor-with-Encoder-.html>)

Gambar 2.20 merupakan bentuk fisik dari motor DC *planetary gear*, berikut gambarnya. Pada dasarnya prinsip kerja motor DC *planetary gear* sama seperti pada motor DC umumnya, hanya saja terdapat sistem *gear* yang membantu motor sehingga memiliki torsi yang besar.

2.7. Blynk

Blynk adalah sebuah layanan server yang digunakan untuk mendukung project *Internet of Things* [8]. Layanan server ini memiliki lingkungan mobile user baik Android maupun iOS. Blynk Aplikasi sebagai pendukung IoT dapat diunduh melalui Google play. Blynk mendukung bermacam hardware yang dapat digunakan untuk project *Internet of Things*. Blynk adalah dashborad digital dengan fasilitas antarmuka grafis dalam pembuatan projectnya. Penambahan komponen pada Blynk Apps dengan cara Drag and Drop sehingga memudahkan dalam penambahan komponen Input/output tanpa perlu kemampuan pemrograman Android maupun iOS. Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet. Pada **Gambar 2.21** dibawah ini merupakan tampilan aplikasi *blynk*.



Gambar 2.21 Tampilan aplikasi *Blynk* (Muhammad Arif Maula Nabil. 2018)

Blynk diciptakan dengan tujuan untuk control dan monitoring hardware secara jarak jauh menggunakan komunikasi data internet ataupun intranet (jaringan LAN). Kemampuna untuk menyimpan data dan menampilkan data secara visual baik menggunakan angka, warna ataupun grafis semakin memudahkan dalam pembuatan project dibidang Internet of Things. Terdapat 3 komponen utama Blynk :

a. Blynk Apps

Blynk Apps memungkinkan untuk membuat project interface dengan berbagai maca komponen input output yang mendukung untuk pengiriman

maupun penerimaan data serta merepresentasikan data sesuai dengan komponen yang dipilih. Representasi data dapat berbentuk visual angka maupun grafik.

Terdapat 5 jenis kategori komponen yang berwujud pada Aplikasi Blynk yaitu:

- Controller digunakan untuk mengirimkan data atau perintah ke Hardware.
- Display digunakan untuk menampilkan data yang berasal dari hardware ke smartphone.
- Notification digunakan untuk mengirim pesan dan notifikasi.
- Interface Pengaturan tampilan pada aplikasi Blynk dapat berupa menu ataupun tab.
- Others beberapa komponen yang tidak masuk dalam 3 kategori sebelumnya diantaranya Bridge, RTC, Bluetooth.

b. Blynk Server

Blynk server merupakan fasilitas Backend Service berbasis cloud yang bertanggung jawab untuk mengatur komunikasi antara aplikasi smart phone dengan lingkungan hardware. Kemampuannya untuk menangani puluhan hardware pada saat yang bersamaan semakin memudahkan bagi para pengembang sistem IoT. Blynk server juga tersedia dalam bentuk local server apabila digunakan pada lingkungan tanpa internet.

c. Blynk Library

Blynk Library dapat digunakan untuk membantu pengembangan code. Blynk library tersedia pada banyak platform perangkat keras sehingga semakin memudahkan para pengembang IoT dengan fleksibilitas hardware yang didukung oleh lingkungan Blynk.