

## **BAB II DASAR TEORI**

### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian ini peneliti melakukan review terhadap beberapa jurnal yang berkaitan dengan perancangan *smart stick* sebagai acuan pada penulisan dan perancangan alat. Jurnal pertama yang penulis kutip sebagai acuan yaitu Penelitian yang berjudul “*SMART STICK FOR THE BLIND AND VISUALLY IMPAIRED PEOPLE*” oleh Mukesh Prasad Agrawal dan Atma Ram Gupta diterbitkan 2018 pada *International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies*. Penelitian ini, penulis menyatakan secara tradisional orang tuna netra telah menggunakan tongkat konvensional untuk membimbing diri mereka sendiri di jalan mereka. Hal ini menyebabkan banyak kecelakaan dan karenanya berbahaya bagi mereka dan orang lain. Dari permasalahan tersebut penulis merancang tongkat yang disebut "Tongkat Pintar". Tongkat ini adalah perangkat yang memandu pengguna dengan merasakan hambatan dalam jangkauan tongkat. Dengan alat tersebut penulis merancang tongkat pintar yang dapat mengidentifikasi semua rintangan di jalan dengan bantuan berbagai sensor yang dipasang di tongkat. Mikrokontroler akan mengambil data dan memberikan info berupa getaran yang akan memberi tahu kepada pengguna tentang rintangan di jalan. Sensor yang dipasang di tongkat ini akan mendeteksi benda yang berada di depannya dengan mengaktifkan getaran pada tongkat sehingga orang buta dapat mengetahui bahwa di depannya ada benda yang harus dihindari. Penelitian ini menghasilkan tongkat tuna netra yang bisa mendeteksi keberadaan air dengan memberikan peringatan getaran. Tersedia tombol untuk menemukan tongkat jika tongkat lupa menyimpan atau meletaknya. Namun penelitian ini memiliki kekurangan yaitu belum ada fitur emergency yang otomatis karena masih manual menggunakan push button [5].

Penelitian berjudul “*TONGKAT TUNANETRA PINTAR MENGGUNAKAN ARDUINO*” yang disusun oleh Akik Hidayat dan Dede Supriadi pada tahun 2019 terpublikasi pada Jurnal Teknik Informatika. Pada penelitian tersebut author mengungkapkan bahwa tongkat untuk tunanetra masih menjadi pilihan utama untuk membantu penyandang tunanetra dalam beraktifitas.

Namun tongkat masih memiliki kekurangan yaitu hanya dapat digunakan untuk meraba benda atau halangan dengan jangkauan yang terbatas. Sehingga penulis merancang sebuah tongkat *smart* untuk mengatasi permasalahan tersebut. Menggunakan sensor ultrasonic sebagai input, Arduino sebagai pemroses dan buzzer sebagai output. Sistem bekerja berdasarkan ultrasonik. Apabila ultrasonik mendeteksi benda atau halangan maka arduino akan mengirimkan perintah untuk membunyikan buzzer. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa jika sensor Ultrasonik mendeteksi kurang dari 30 cm maka buzzer akan mengeluarkan bunyi. Jika sensor Ultrasonik mendeteksi lebih dari 30 cm maka buzzer tidak akan mengeluarkan bunyi. Sehingga penulis mengambil kesimpulan pada penelitian tersebut bahwa sensor ultrasonik mendeteksi adanya benda/tembok didepan, sehingga menghasilkan peringatan suara [1].

Penelitian berjudul “*DESIGNS OF AN EFFECTIVE SMART WALKING STICK FOR VISUALLY DISABLED*” disusun oleh Atharva Jadhav, Joydeep Sarkar, Roopali Patil dan Jay Pardeshi terpublikasi pada *Sandip Institute of Engineering and Management* tahun 2019. Penulis mengungkapkan bahwa Tongkat Jalan Cerdas berdasarkan berbagai sensor dapat membantu seseorang untuk melakukan aktivitas sehari-hari dengan mudah. Banyak kegiatan penelitian sedang dilakukan untuk mengembangkan versi lengkapnya. Dalam penelitian ini, penulis mencoba meninjau konsep yang paling berhasil dan melihat kendala yang terjadi dalam membangun *smart stick*. Kemudian, penulis akan mewujudkan pemrosesan gambar berbasis kamera sebagai solusi efektif, yang memungkinkan pengenalan tekstur, pengenalan wajah & pengenalan teks untuk mendukung kecacatan visual. Sensor penghalang berbasis sinyal ultrasonik adalah sensor utama yang harus ada di tongkat pintar, karena memberi pengguna *smart stick* gambaran tentang jarak. Sensor Posisi Pengguna menggunakan GPS berguna untuk penggunaan tongkat di luar ruangan, karena memberikan panduan tentang jalan & belokan. Tongkat jalan cerdas ini dikembangkan dengan kombinasi deteksi rintangan melalui detektor ultrasonik, dan pemrosesan gambar berbasis kamera memberikan kemungkinan yang sangat besar untuk memungkinkan pengguna memvisualisasikan lingkungan mereka melalui peringatan suara. Detektor ultrasonik merasakan objek, arah pendekatannya dan perubahan kontur permukaan

seperti tangga. Sistem kamera dapat mendeteksi tekstur lingkungan seperti danau/bukit, membaca literatur melalui pengenalan teks, mengidentifikasi orang melalui deteksi wajah [6].

Penelitian berikutnya berjudul “DISAIN TONGKAT TUNANETRA PINTAR DENGAN SINYAL PENUNJUK LOKASI SAAT KEPANIKAN” yang disusun oleh Dwi Anie Gunastuti, M. Toriqul Amin, Syaiful Bakhri dan Ikhlas diterbitkan pada *Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control* tahun 2020. Penelitian tersebut penulis merancang tongkat tunanetra elektronik yang pintar yang bisa mendeteksi obyek penghalang di sekitar ditambah dengan fitur-fitur tambahan seperti pengenalan lokasi dan sinyal kepanikan. Dengan bantuan teknologi GPS (Global Positioning System). Tongkat tunanetra pintar dirancang dengan memakai sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi objek atau halangan yang ada dihadapan pengguna, yang bertujuan agar pengguna alat dapat mengetahui berupa suara dan getaran. Sistem ini dilengkapi pula dengan sebuah sistem tombol panik yang jika ditekan maka akan mengirimkan sinyal yang memberikan informasi lokasi dari pengguna alat yang dikirimkan melalui SMS ke penerima atau orang yang memantau. Hasil yang diperoleh pengujian sensor HC-SR04 menggunakan jarak dari 5 – 60cm menunjukkan tingkat rata – rata error yang kecil yaitu 1.08%. Pengujian GPS didapat error data Latitude dan Longitude yang kecil yaitu 3.4% dan 2.2%. Sedangkan pengujian pada Modul GSM SIM800L ini bertujuan untuk mengetahui respon dari Modul GSM SIM800L ketika diberi perintah untuk mengirim SMS, untuk menunjukkan lokasi dan informasi saat terjadi kepanikan melalui tombol kepanikan yang ditekan. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengujian tersebut, penulis mengambil kesimpulan bahwa tongkat tunanetra pintar yang dirancang dapat menyalakan buzzer dan vibrator sampai jarak 30 cm di depan sensor untuk mendeteksi obyek penghalang di sekitar pengguna, jika tombol kepanikan ditekan maka tongkat tuna netra pintar akan mengirimkan SMS berupa lokasi dari pengguna. pengguna tongkat tuna netra pintar bisa menggunakan tongkat ini tanpa perlu menyentuh ke obyek karena dari jarak tertentu sudah terdeteksi obyek tersebut [4].

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang disusun oleh Parito, I Gusti Agung Komang Diafari Djuni dan Nyoman Gunantara berjudul “RANCANG

BANGUN TONGKAT PINTAR TUNANETRA BERBASIS MIKROKONTROLER” diterbitkan pada Jurnal SPEKTRUM tahun 2021. Pada penelitian tersebut, penulis menyatakan bahwa penyandang tunanetra sangat membutuhkan alat bantu untuk berjalan dalam menghindari objek-objek yang ada didepan, mendeteksi air yang ada di jangkauan tongkat dan memberikan instruksi suara mp3 dari alat. Selain itu untuk mendapatkan mobilitas penjemputan jika terjadi sesuatu di jalan dengan cara pengguna menekan tombol darurat pada alat. Maka dari itu penulis mencoba mengatasi permasalahan tersebut dengan merancang tongkat pintar yang memiliki fitur tongkat akan mendeteksi objek yang ada di depannya dengan menggunakan sensor yang dipasang pada tongkat. Dilengkapi juga fitur saat water level sensor yang terdapat pada ujung tongkat ini bersentuhan atau mendeteksi objek air, maka alat akan mengeluarkan output suara berupa “Awat Air”. Tongkat ini juga dilengkapi dengan Modul GPS yang berfungsi untuk mengirim info saat pengguna tongkat tunanetra merasa dalam kondisi bahaya atau darurat. Melalui penelitian ini penulis telah berhasil merancang tongkat tunanetra dengan menggunakan teknologi sensor untuk membantu kewaspadaan dan mobilitas tunanetra yang mampu mendeteksi objek penghalang, pada jarak yang telah ditentukan. Alat berhasil berhasil mengirim pesan Telegram berupa titik koordinat lokasi GPS tongkat dengan data yang diperoleh dari modul GPS. Terdapat tombol saklar yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan sistem. Semua proses sistem Tongkat Pintar Tunanetra akan diproses oleh Mikrokontroler. Dari hasil pengujian keseluruhan sistem, penulis menyimpulkan bahwa tongkat dapat bekerja secara optimal sesuai dengan diagram blok yang telah disusun oleh penulis [7].

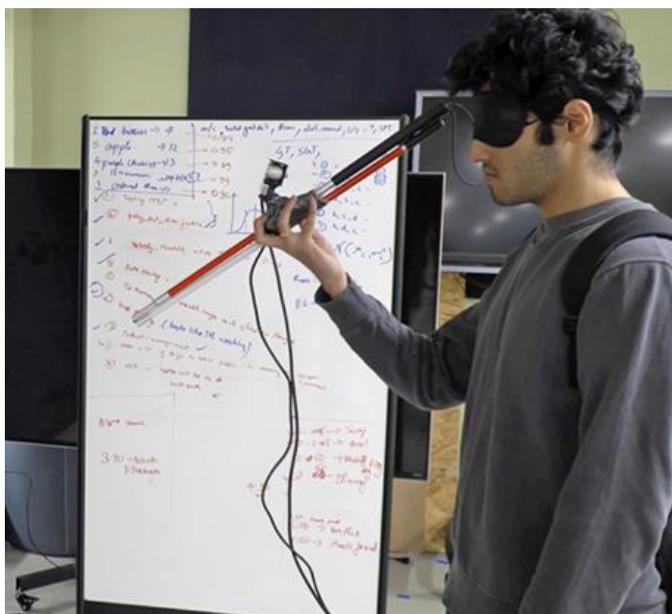
Berdasarkan review beberapa jurnal penelitian tersebut, peneliti menemukan bahwa *smart stick* yang dirancang belum dilengkapi dengan fitur emergency yang otomatis. Pada penelitian-penelitian tersebut masih menggunakan metode manual yaitu fitur tombol fisik. Menurut peneliti hal tersebut masih menjadi masalah apabila pengguna tunanetra tidak sedang memegang alat tersebut. Maka dari itu peneliti merancang alat *smart stick* dengan menerapkan fitur-fitur yang ada pada penelitian di atas sebagai acuan namun dilengkapi dengan fitur emergency otomatis.

## 2.2 DASAR TEORI

### 2.2.1 *Smart Stick*

*Smart Stick* atau *Smart Cane* untuk tunanetra, juga dikenal sebagai tongkat elektronik atau tongkat pintar, adalah perangkat yang membantu orang tunanetra menavigasi lingkungannya. Tongkat pintar menggunakan berbagai teknologi, termasuk sensor ultrasonik, GPS dan deteksi hambatan yang memberikan informasi tentang lingkungan [8].

Penggunaan tongkat oleh individu tunanetra sudah ada sejak ribuan tahun yang lalu, tetapi baru pada abad ke-20 kemajuan teknologi menyebabkan perkembangan tongkat elektronik. Pada 1960-an, tongkat ultrasonik pertama dikembangkan, yang menggunakan gelombang suara untuk mendeteksi rintangan. Pada 1990-an, teknologi GPS dimasukkan ke dalam tongkat pintar, memungkinkan pengguna menavigasi lingkungan luar ruangan dengan lebih mudah. Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan sensor dan teknologi komputasi telah menyebabkan pengembangan sistem *smart cane* yang lebih canggih [9].



**Gambar 2.1 *Smart Stick* atau *Smart Cane* [9]**

Ada banyak kemajuan teknologi baru-baru ini terkait dengan tongkat pintar untuk penyandang tunanetra. Berikut beberapa contohnya:

- a. Sensor ultrasonik: Banyak tongkat pintar menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi rintangan pada pengguna. Sensor ini memancarkan gelombang suara berfrekuensi tinggi yang memantul dari benda dan

kembali ke sensor, memungkinkan tongkat untuk menentukan jarak dan lokasi rintangan.

- b. **GPS:** Teknologi GPS umumnya digunakan pada tongkat pintar untuk memberikan informasi navigasi dan membantu pengguna menavigasi lingkungan luar. Beberapa tongkat pintar juga menggabungkan teknologi *Bluetooth* untuk terhubung ke telepon pintar dan memberikan petunjuk arah belokan demi belokan.
- c. **Artificial Intelligence:** Beberapa tongkat pintar menggunakan algoritme kecerdasan buatan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan objek di lingkungan. Ini dapat membantu pengguna mengidentifikasi objek dan rintangan dengan lebih akurat dan menghindari tabrakan.
- d. **Machine learning:** Algoritme *machine learning* dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi tongkat pintar dari waktu ke waktu dengan belajar dari gerakan dan umpan balik pengguna [10].

### **2.2.2 Internet Of Things**

*Internet of Things* (IoT) mengacu pada jaringan perangkat fisik, kendaraan, bangunan, dan objek lain yang terhubung ke internet dan dapat bertukar data satu sama lain. IoT adalah bidang yang berkembang pesat yang mengubah cara kita hidup dan bekerja.

IoT adalah jaringan perangkat yang disematkan dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lain yang memungkinkan mereka mengumpulkan dan bertukar data dengan perangkat dan sistem lain. IoT dicirikan oleh kemampuannya untuk menghubungkan perangkat dan sistem yang sebelumnya tidak terhubung, dan untuk mengotomatisasi proses dan tugas yang sebelumnya dilakukan secara manual. IoT bekerja dengan menghubungkan perangkat ke internet dan memungkinkan mereka untuk berkomunikasi satu sama lain dan dengan sistem lain. Perangkat di IoT biasanya dilengkapi dengan sensor yang mengumpulkan data tentang lingkungan atau tentang perangkat itu sendiri. Data ini dikirimkan melalui internet ke perangkat atau sistem lain, yang dapat dianalisis dan digunakan untuk membuat keputusan atau mengambil tindakan.

IoT didukung oleh berbagai teknologi, termasuk protokol komunikasi nirkabel, komputasi awan, dan pembelajaran mesin. Teknologi ini memungkinkan

perangkat untuk terhubung dan berkomunikasi satu sama lain secara real-time, serta memproses dan menganalisis data dalam jumlah besar [11].

IoT memiliki berbagai aplikasi di berbagai industri, termasuk kesehatan, transportasi, manufaktur, dan pertanian. Berikut beberapa contohnya:

1. Rumah pintar: IoT digunakan untuk mengotomatisasi dan mengontrol berbagai aspek rumah, seperti pencahayaan, suhu, dan keamanan.
2. Kesehatan: IoT digunakan untuk memantau kesehatan pasien dan memberikan perawatan jarak jauh. Perangkat yang dapat dikenakan, seperti jam tangan pintar dan pelacak kebugaran, juga merupakan bagian dari IoT.
3. Pertanian: IoT digunakan untuk memantau tanaman dan ternak, melacak kondisi lingkungan, dan mengotomatiskan irigasi dan pemupukan.
4. Transportasi: IoT digunakan untuk memantau dan mengelola arus lalu lintas, mengoptimalkan rute, dan meningkatkan keselamatan.
5. Manufaktur: IoT digunakan untuk mengoptimalkan proses produksi, mengurangi waktu henti, dan meningkatkan kontrol kualitas [12].

### **2.2.3 Telegram**

*Telegram* adalah platform pesan instan berbasis *cloud* dan layanan *voice over IP* yang pertama kali diluncurkan pada tahun 2013. *Telegram* dengan cepat mendapatkan popularitas karena fitur keamanannya dan berbagai fungsi. Selain kemampuan perpesannya, *Telegram* juga menawarkan Bot API yang memungkinkan pengembang membuat bot khusus yang dapat berinteraksi dengan pengguna dalam berbagai cara [13].

*Telegram Bot API* adalah sekumpulan antarmuka HTTP yang memungkinkan pengembang membuat bot untuk Telegram. Bot ini dapat melakukan berbagai fungsi, mulai dari interaksi sederhana berbasis teks hingga tugas yang lebih kompleks seperti mengirim gambar, video, dan dokumen. Bot juga dapat digunakan untuk mengotomatiskan tugas berulang, seperti mengirim pengingat atau notifikasi harian.

*Telegram Bot API* menyediakan berbagai fitur yang memudahkan pembuatan dan penyesuaian bot. Fitur-fitur ini meliputi:

- a. *Webhook*: Bot dapat menerima pembaruan dan mengirim pesan melalui *webhook*. Artinya, saat pengguna mengirim pesan ke bot, bot menerima pesan secara *real-time*, memungkinkannya merespons dengan cepat.
- b. *Inline Keyboard*: Bot dapat menggunakan papan ketik sebaris untuk membuat menu dan tombol interaktif dalam obrolan. Ini memungkinkan pengguna untuk menavigasi dengan cepat melalui fungsi bot dan mengakses fitur yang mereka butuhkan.
- c. *Bot Commands*: Bot dapat diprogram untuk merespons perintah tertentu, seperti `/start` atau `/help`. Ini memudahkan pengguna untuk berinteraksi dengan bot dan mendapatkan informasi yang mereka butuhkan.
- d. *Message Formatting*: Bot dapat memformat pesan seperti teks tebal, miring, dan bergaris bawah. Mereka juga dapat mengirim tautan dan cuplikan kode.
- e. Dukungan media: Bot dapat mengirim dan menerima berbagai jenis media, termasuk gambar, video, dan dokumen.

Untuk menggunakan *Telegram Bot API*, Langkah pertama yaitu membuat akun bot dan mendapatkan token API. Hal tersebut dapat melakukannya dengan mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Buka aplikasi Telegram dan cari akun BotFather.
2. Mulai percakapan dengan BotFather dan ketik `/newbot` untuk membuat bot baru.
3. Ikuti petunjuk untuk menetapkan nama dan nama pengguna untuk bot, dan BotFather akan menghasilkan token API.
4. Setelah memiliki token API, maka dapat mulai membuat bot menggunakan *Telegram Bot API*.

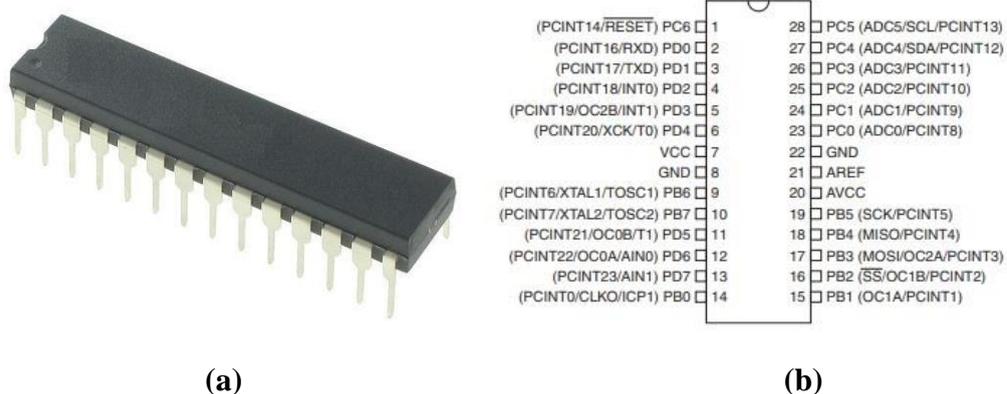
*Telegram Bot API* menyediakan dokumentasi ekstensif yang menyertakan kode sampel dan contoh untuk membantu memulai proyek yang dapat dijumpai pada dokumentasi di situs web *Telegram*.

*Telegram Bot API* adalah alat yang ampuh untuk membuat bot khusus yang dapat berinteraksi dengan pengguna dalam berbagai cara. Dengan berbagai fiturnya, termasuk *webhook*, *inline keyboard*, dan dukungan media, pengembang dapat membuat bot yang fungsional dan mudah digunakan [14].

## 2.2.4 Arduino ATmega328

Atmel® ATmega328P adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berdaya rendah (low-power) berdasarkan arsitektur RISC yang ditingkatkan AVR®. Dengan mengeksekusi instruksi yang kuat dalam satu siklus clock, ATmega328P mencapai throughput mendekati 1MIPS per MHz memungkinkan perancang sistem untuk mengoptimalkan konsumsi daya versus kecepatan pemrosesan.

Atmel® ATmega328P menyediakan fitur-fitur berikut: 32K byte flash yang dapat diprogram dalam sistem dengan kemampuan read-write, EEPROM 1K byte, SRAM 2K byte, 23 jalur I/O GPIO, 32 register, tiga Timer/Counter fleksibel dengan mode pembanding, interupsi internal dan eksternal, USART serial yang dapat diprogram, antarmuka serial 2 kabel berorientasi byte, port serial SPI, ADC 10 bit 6 channel (8 channel dalam TQFP dan QFN/MLF paket), pengatur waktu yang dapat diprogram dengan osilator internal, dan lima mode hemat daya[15].



**Gambar 2.2 AT-Mega328, (a) IC AT-Mega328, (b) Pinout AT-Mega328 [15]**

### 1. ADC AT-Mega328

Ketika menghubungkan sensor ke mikrokontroler, *output* dari sensor seringkali bersifat analog. Tetapi mikrokontroler memproses sinyal digital. Maka dari itu, memerlukan ADC pada mikrokontroler untuk mengubah sinyal analog menjadi digital agar dapat diolah mikrokontroler AT-Mega328. Ada banyak aplikasi ADC seperti dalam aplikasi biometrik, Pemantauan lingkungan, Deteksi kebocoran gas, dll.

AT-Mega328 memiliki 6 channel ADC *on-board* yang dapat digunakan untuk membaca sinyal analog pada range 0-5V. ADC pada AT-Mega328 memiliki 10-bit ADC artinya akan memberikan nilai digital dalam kisaran 0 – 1023 ( $2^{\wedge} 10$ )

yang linear dengan range masukan analog 0-5V. Nilai 10-bit disebut sebagai resolusi yang menunjukkan jumlah nilai diskrit yang dapat dihasilkannya pada rentang nilai analog. Pin ADC pada AT-Mega328 antara lain PC0-PC5 atau pin A0-A5 pada board Arduino Uno.

## 2. Digital I/O AT-Mega328

*General-Purpose Input Output* (GPIO) adalah pin digital dari sebuah IC AT-Mega 328 yang terdiri dari pin PD0-PD7 atau apabila pada board Arduino Uno didefinisikan pin GPIO 0-7, PB0-PB5 atau pin GPIO 8-13 pada board Arduino Uno. Pin ini dapat digunakan sebagai *input* atau *output* untuk perangkat seperti sensor maupun aktuator.

Jika programmer ingin membaca status saklar, data sensor, dll, maka programmer perlu mengkonfigurasinya sebagai *input*. Dan jika programmer ingin mengontrol lampu LED, putaran motor, menampilkan teks pada layar, dll, maka perlu mengkonfigurasinya sebagai *output*.

## 3. Komunikasi I2C AT-Mega328

*I2C (Inter-Integrated Circuit)* adalah protokol koneksi antarmuka bus serial. Komunikasi ini juga disebut *TWI (Two Wire Interface)* karena hanya menggunakan dua kabel untuk komunikasi yaitu *SDA (serial data)* dan *SCL (serial clock)*.

*I2C* adalah protokol komunikasi berbasis *acknowledgment-based* yaitu pemancar melakukan konfirmasi dari penerima setelah mengirimkan data untuk mengetahui apakah data berhasil diterima oleh penerima. *I2C* bekerja dalam dua mode yaitu, mode Master dan mode Slave. *SDA (data serial)* digunakan untuk pertukaran data antara perangkat master dan slave. *SCL (serial clock)* digunakan untuk *synchronous* di antara perangkat master dan slave.

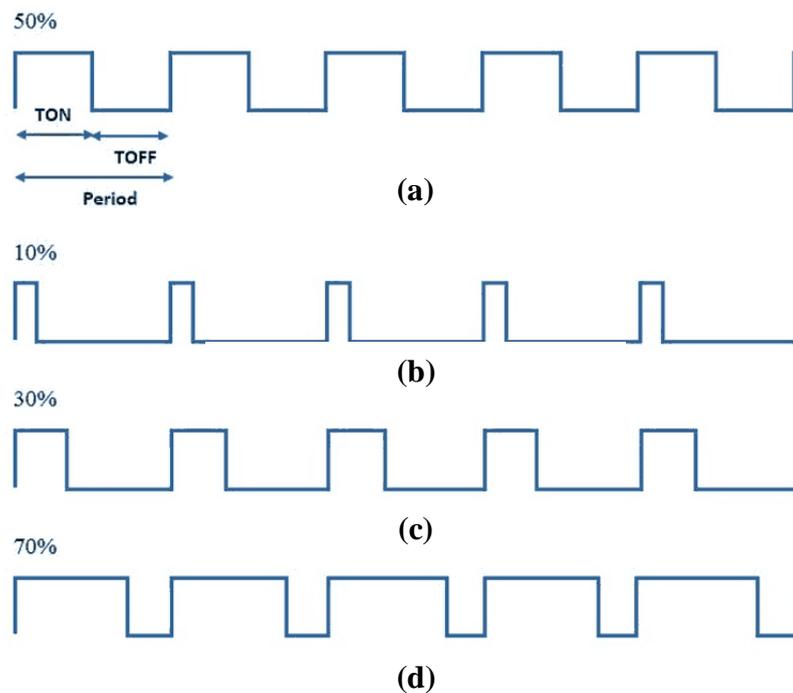
Perangkat master memulai komunikasi dengan perangkat slave membutuhkan alamat perangkat slave untuk memulai komunikasi. Perangkat slave merespons perangkat master saat dialamatkan oleh perangkat master. Perangkat *I2C* memiliki alamat unik 7-bit atau 10-bit. Jadi, untuk mengakses perangkat ini, master harus mengalamatkannya dengan alamat unik 7-bit atau 10-bit.

*I2C* digunakan di banyak aplikasi seperti membaca RTC (Real-time clock), mengakses memori EEPROM eksternal. Ini juga digunakan dalam modul sensor

seperti gyro, magnetometer dll. Protokol I2C menggunakan 2 jalur untuk komunikasi yaitu Serial Clock (SCL): Data akan dikirim ke perangkat lain berdasarkan *clock tick event*. Hanya perangkat master yang memiliki kendali atas jalur SCL ini. Dan Serial Data (SDA): jalur data serial yang digunakan untuk bertukar data antara perangkat master dan slave.

#### 4. PWM AT-Mega328

*Pulse Width Modulation* (PWM) adalah teknik dimana lebar pulsa bervariasi sambil menjaga frekuensi gelombang konstan. Ini adalah metode untuk menghasilkan sinyal analog menggunakan sumber digital. Sinyal PWM terdiri dari dua komponen utama yang menentukan perilakunya: *Duty Cycle* dan frekuensi. *Duty Cycle* merupakan periode pulsa yang terdiri dari siklus ON (5V) dan siklus OFF (0V)



**Gambar 2.3 Sinyal *Duty Cycle*, (a) 50% *Duty Cycle*, (b) 10% *Duty Cycle*, (c) 30% *Duty Cycle*, (d) 70% *Duty Cycle* [16]**

Melalui teknik PWM, programmer dapat mengontrol daya yang dikirimkan ke beban dengan menggunakan sinyal ON-OFF. Sinyal PWM dapat digunakan untuk mengontrol kecepatan motor DC dan mengubah intensitas LED. Pada AT-Mega pin PWM yang digunakan adalah pin PD3, PD5, PD6, PB1-PB3 atau pada board Arduino Uno adalah pin 3, 5, 6 dan 9-11 [16].

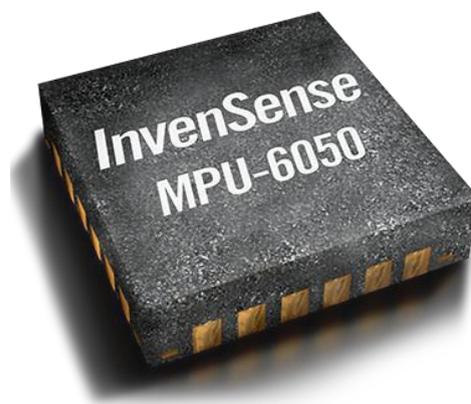
### 2.2.5 Gyroscope Sensor

Sensor *Gyroscope* adalah perangkat yang mengukur kecepatan sudut, atau seberapa cepat suatu objek berputar di sekitar sumbu. *Gyroscope* digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari penerbangan dan navigasi hingga robotika dan pengontrol video game. *Gyroscope* beroperasi berdasarkan prinsip momentum sudut. Momentum sudut adalah sifat benda berotasi yang menggambarkan betapa sulitnya mengubah gerak rotasinya. Dalam *gyroscope*, roda atau cakram pemintal digunakan untuk menghasilkan dan mengukur momentum sudut.

Ketika *gyroscope* diputar di sekitar porosnya, roda atau cakram yang berputar akan cenderung tetap berorientasi pada arah yang sama, karena momentum sudutnya. Ini dikenal sebagai stabilitas giroskopik. Sensor *Gyroscope* mengukur perubahan orientasi roda atau cakram yang berputar untuk menentukan kecepatan sudut objek.

*Gyroscope* dapat dirancang dengan berbagai cara, menggunakan berbagai jenis roda atau cakram pemintal dan berbagai metode untuk mengukur gerakannya. Beberapa jenis *gyroscope* yang umum termasuk *mechanical gyroscopes*, *fiber optic gyroscopes*, and MEMS (*microelectromechanical systems*) *gyroscopes* [17].

Sensor *Gyroscope* tipe MPU6050 merupakan salah satu modul sensor *gyroscopes* populer untuk proyek *prototyping* yang diproduksi oleh *InvenSense Inc.* Ini adalah perangkat berbasis MEMS (sistem mikro-elektro-mekanis) yang menggabungkan *gyroscopes* 3 sumbu dan akselerometer 3 sumbu dalam satu paket. MPU6050 dirancang untuk memberikan sensor gerak yang akurat dan andal untuk berbagai aplikasi, termasuk game, robotika, dan antarmuka pengguna yang dikendalikan gerakan.



**Gambar 2.4 Modul Gyroscope Sensor [18]**

**Tabel 2.1 Pin Definisi Modul Sensor Gyroscope MPU6050**

Pin	Fungsi
VCC	Pin catu daya untuk mpu6050. itu harus terhubung ke catu daya +3.3v atau +5v yang diatur.
GND	Pin ground untuk mpu6050.
SDA	Pin data i2c yang digunakan untuk komunikasi serial.
SCL	Pin clock i2c yang digunakan untuk komunikasi serial.
XDA	Pin data i2c tambahan yang dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan perangkat lain.
XCL	Pin clock i2c tambahan yang dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan perangkat lain.
AD0	Pin pemilihan alamat yang dapat digunakan untuk mengubah alamat perangkat antara 0x68 dan 0x69.
INT	Pin keluaran interupsi yang dapat diprogram untuk memicu ketika kriteria deteksi gerakan tertentu terpenuhi.

Berikut adalah beberapa spesifikasi dan fitur MPU6050:

1. Rentang pengukuran:  $\pm 250$ ,  $\pm 500$ ,  $\pm 1000$ , dan  $\pm 2000$  derajat per detik untuk giroskop, dan  $\pm 2g$ ,  $\pm 4g$ ,  $\pm 8g$ , dan  $\pm 16g$  untuk akselerometer.
2. Antarmuka digital: protokol bus I2C (*Inter-Integrated Circuit*).
3. Kisaran suhu:  $-40^{\circ}\text{C}$  hingga  $85^{\circ}\text{C}$ .
4. Konsumsi daya rendah: biasanya 3,9 mA dalam mode operasi penuh.
5. Pemrosesan gerakan terintegrasi: termasuk *Digital Motion Processor* (DMP) yang mengeluarkan algoritme pemrosesan gerakan kompleks dari prosesor utama.

6. ADC 16-bit on-chip: memberikan pengukuran resolusi tinggi dari keluaran sensor.
7. Fitur *Self-test*: memungkinkan pengguna memverifikasi kinerja dan kalibrasi sensor.
8. Interupsi yang dapat diprogram: memungkinkan pengguna mengonfigurasi perangkat untuk menghasilkan interupsi berdasarkan kriteria deteksi gerakan tertentu [18].

*Gyroscope* memiliki berbagai aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Berikut beberapa contohnya:

- a. Navigasi: *Gyroscope* digunakan dalam sistem navigasi, seperti yang ditemukan di pesawat dan kapal, untuk mengukur orientasi dan gerakan kendaraan.
- b. Game: *Gyroscope* digunakan dalam pengontrol video game, seperti *Nintendo Switch Joy-Con*, untuk memberikan kemampuan pengindraan gerak dan mengaktifkan gameplay yang lebih imersif.
- c. *Stabilization*: *Gyroscope* digunakan dalam kamera dan drone untuk memberikan stabilisasi dan mencegah gerakan yang tidak diinginkan.
- d. *Fitness tracking*: *Gyroscope* digunakan dalam *fitness tracking*, seperti jam tangan pintar dan monitor aktivitas, untuk melacak pergerakan dan menyediakan penghitungan langkah dan pelacakan aktivitas yang akurat.
- e. *Virtual reality*: *Gyroscope* digunakan dalam headset *virtual reality* untuk melacak pergerakan kepala pengguna dan memberikan pengalaman yang imersif.

#### **2.2.6 GPS Module**

Modul GPS (*Global Positioning System*) adalah perangkat yang menerima sinyal dari satelit GPS untuk menentukan lokasi perangkat dan memberikan informasi navigasi. Modul GPS terdiri dari penerima GPS, mikrokontroler, dan antarmuka komunikasi.

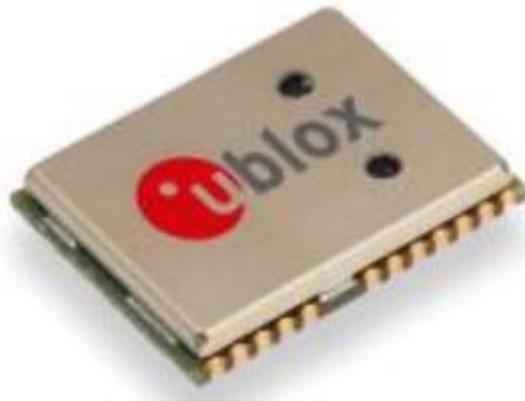
Modul GPS menggunakan *Trilateration* untuk menentukan lokasi perangkat. *Trilateration* adalah metode penentuan letak suatu objek dengan mengukur jaraknya dari tiga atau lebih titik referensi. Dalam hal modul GPS, titik acuannya adalah satelit GPS. Penerima GPS dalam modul menerima sinyal dari

beberapa satelit GPS. Setiap satelit menyiarkan lokasinya sendiri dan waktu pengiriman sinyal. Penerima GPS menggunakan informasi ini untuk menghitung jaraknya dari setiap satelit dengan mengukur waktu yang dibutuhkan sinyal untuk melakukan perjalanan dari satelit ke penerima. Setelah penerima GPS menentukan jaraknya dari setidaknya tiga satelit, ia dapat menggunakan trilaterasi untuk menghitung lokasinya. Mikrokontroler dalam modul GPS kemudian memproses data lokasi ini dan memberikannya kepada pengguna melalui antarmuka komunikasi .

Ada banyak seri modul GPS yang tersedia di pasaran, masing-masing dengan spesifikasi dan fiturnya sendiri di antaranya:

1. Seri NEO: Modul GPS seri NEO dari *u-blox* dirancang untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk otomotif, kelautan, dan industri. Mereka menawarkan akurasi tinggi, waktu akuisisi cepat, dan konsumsi daya rendah [19].
2. *Adafruit Ultimate GPS*: Modul GPS *Adafruit Ultimate* adalah modul GPS yang populer di kalangan penghobi dan pembuat. Ini fitur penerima 66-saluran, antena built-in, dan dukungan untuk protokol NMEA dan UBX [20].
3. Seri SkyTraq Venus: Seri modul GPS SkyTraq Venus dirancang untuk digunakan dalam aplikasi berkinerja tinggi, seperti survei dan pemetaan. Mereka menawarkan akurasi tingkat sentimeter, waktu akuisisi yang cepat, dan konsumsi daya yang rendah [21].
4. Seri Quectel L80: Modul GPS seri Quectel L80 dirancang untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk perangkat yang dapat dikenakan, pelacakan aset, dan navigasi pribadi. Mereka menawarkan sensitivitas tinggi, perbaikan waktu pertama yang cepat, dan konsumsi daya yang rendah.

Modul GPS NEO 6 adalah penerima GPS yang ringkas dan sangat akurat yang diproduksi oleh *u-blox*, sebuah perusahaan berbasis di Swiss yang berspesialisasi dalam teknologi penentuan posisi global dan komunikasi nirkabel. Modul GPS NEO 6 umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi seperti drone, robot, dan sistem navigasi.



**Gambar 2.5 Modul GPS NEO6M [19]**

Berikut beberapa spesifikasi dan fitur modul GPS NEO 6:

- a. Chipset GPS: u-blox 6
- b. Jenis penerima: Penerima GPS 50 saluran
- c. Frekuensi: L1 1575,42MHz
- d. Akurasi: 2,5 meter CEP (*Circular Error Probability* atau Probabilitas Kesalahan Melingkar)
- e. Tingkat pembaruan maksimum: 5Hz
- f. Waktu mulai dingin: 27 detik
- g. Waktu mulai hangat: 27 detik
- h. Waktu mulai panas: 1 detik
- i. Catu daya: 3.3V DC
- j. Konsumsi saat ini: 50mA
- k. Suhu pengoperasian: -40°C hingga +85°C
- l. Dimensi: 22,4 x 17 x 2,4 mm

Modul GPS NEO 6 menggunakan Global Navigation Satellite System (GNSS) untuk menentukan lokasinya. Ini mendukung GPS dan GLONASS (GPS versi Rusia) dan mampu menerima sinyal hingga 50 satelit yang berbeda secara bersamaan. Modul ini memiliki sensitivitas tinggi, yang memungkinkannya menerima sinyal lemah dan memberikan informasi lokasi yang akurat bahkan di lingkungan yang ekstrim. Modul GPS NEO 6 berkomunikasi dengan sistem host menggunakan antarmuka serial (UART) dapat dengan mudah diintegrasikan ke dalam berbagai proyek elektronik dan diprogram menggunakan perintah *AT-Command* sederhana. Modul ini juga dapat dikonfigurasi menggunakan u-center,

perangkat lunak gratis u-blox yang memungkinkan pengguna untuk mengonfigurasi, menguji, dan memvisualisasikan sistem GPS.

Secara keseluruhan, modul GPS NEO 6 adalah penerima GPS yang sangat akurat dan andal yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri, komersial, dan konsumen. Ukurannya yang kecil, konsumsi daya yang rendah, dan integrasi yang mudah menjadikannya pilihan ideal untuk proyek yang membutuhkan kemampuan pemosisian dan navigasi yang tepat [22].

Namun penggunaan modul sensor gps juga sering didapati adanya kesalahan deteksi koordinat apabila dibandingkan dengan alat ukur koordinat gps lain, maka dari itu diperlukan perbaikan atau kalibrasi agar modul sensor gps dapat mendeteksi koordinat dengan kesalahan kecil. Untuk menghitung akurasi maupun error sensor diperlukan parameter selisih hasil pengukuran yang mana pada gps masih berupa koordinat latitude dan longitude. Parameter tersebut dapat diubah dalam besaran panjang (m) menggunakan persamaan 2.1.

$$Selisih = \sqrt{(l_{g_{long}} - l_{hp_{long}})^2 + (l_{g_{lat}} - l_{hp_{lat}})^2} \times 11132 \quad \text{Persamaan 2.1}$$

Dimana:

Selisih = jarak antara titik koordinat sensor dengan alat ukur (m),

latgps = latitude sensor GPS,

longgps = longitude sensor GPS,

lathp = latitude GPS smartphone,

longhp = longitude GPS Smartphone,

111322 = konstanta 1 derajat lintang atau bujur (m).

### 2.2.7 GSM Module

GSM (*Global System for Mobile Communications*) adalah standar komunikasi seluler digital yang dikembangkan untuk memungkinkan perangkat seluler berkomunikasi satu sama lain melalui jaringan seluler. Teknologi GSM banyak digunakan untuk komunikasi seluler dan telah merevolusi cara kita berkomunikasi satu sama lain. Salah satu komponen penting dari sistem GSM adalah modul GSM. Pada penulisan ini, akan membahas cara kerja modul GSM dan aplikasinya.

Modul GSM adalah perangkat elektronik kecil yang memungkinkan komunikasi antara perangkat seluler dan jaringan seluler. Ini terdiri dari slot kartu

SIM, rangkaian catu daya, mikrokontroler, dan transceiver frekuensi radio (RF). Kartu SIM digunakan untuk mengotentikasi pengguna dan untuk menyimpan nomor telepon pengguna dan informasi lainnya [23].

Mikrokontroler adalah otak dari modul GSM. Ini mengontrol pengoperasian modul dan berkomunikasi dengan perangkat seluler dan jaringan seluler. Transceiver RF digunakan untuk mengirim dan menerima sinyal antara perangkat seluler dan jaringan seluler.

Cara kerja modul GSM dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian pengirim (*Sending*) dan bagian penerima (*Receiving*).

#### 1. *Sending Part*

Saat pengguna memulai panggilan atau mengirim pesan teks dari perangkat seluler, pesan dikirim ke modul GSM. Modul GSM membaca pesan dan mengkodekannya menjadi sinyal digital. Sinyal digital kemudian ditransmisikan ke jaringan seluler menggunakan *transceiver* RF.

#### 2. *Receiving Part*

Ketika jaringan seluler menerima pesan atau panggilan untuk pengguna, ia mengirimkan sinyal ke modul GSM. Modul GSM menerjemahkan sinyal dan mengirimkannya ke perangkat seluler. Perangkat seluler kemudian berdering atau menampilkan pesan di layar [24].

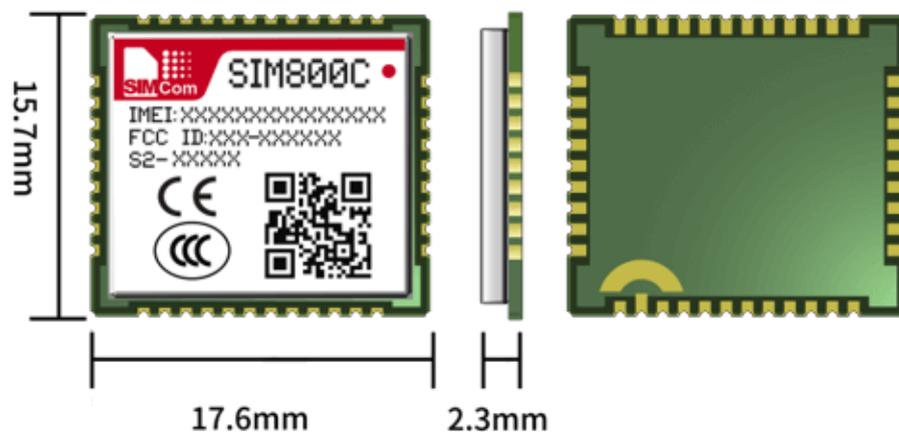
Modul GSM memiliki banyak aplikasi di bidang komunikasi seluler, beberapa aplikasinya adalah:

1. **Sistem Keamanan:** Modul GSM dapat digunakan untuk membangun sistem keamanan yang dapat mengirimkan peringatan ke perangkat seluler pengguna jika ada akses yang tidak sah.
2. **Otomasi Rumah:** Modul GSM dapat digunakan untuk mengotomatisasi peralatan rumah tangga seperti lampu, kipas angin, dan AC. Pengguna dapat mengontrol peralatan ini menggunakan perangkat seluler mereka.
3. **Pelacakan Kendaraan:** Modul GSM dapat digunakan untuk melacak lokasi kendaraan. Ini dapat berguna untuk manajemen armada dan logistik.
4. **Otomasi Industri:** Modul GSM dapat digunakan untuk memantau dan mengontrol proses industri dari jarak jauh. Ini dapat membantu mengurangi waktu henti dan meningkatkan efisiensi.

Teknologi GSM telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan masyarakat saat ini. Modul GSM merupakan komponen penting dari sistem GSM. Perangkat ini memungkinkan komunikasi antara perangkat seluler dan jaringan seluler. Aplikasi modul GSM beragam dan telah merevolusi cara manusia berinteraksi dengan lingkungan [25].

Pada penelitian ini berfokus menggunakan modul GSM tipe SIM800C. SIM800C adalah modul GSM/GPRS Quad-band yang sangat terintegrasi dan kuat yang dirancang untuk penggunaan industri dan komersial. Ini adalah bagian dari seri modul SIM800 yang diproduksi oleh *SIMCom*, produsen modul komunikasi nirkabel China. Modul SIM800C mendukung komunikasi suara dan data, dan dapat beroperasi pada jaringan GSM pada pita frekuensi 850/900/1800/1900 MHz. Ini memiliki ukuran yang *compact* 17,6 x 15,7 x 2,3 mm dan dapat dengan mudah diintegrasikan ke dalam berbagai perangkat elektronik. Salah satu fitur utama modul SIM800C adalah dukungannya untuk GPRS kelas 12 dan multi-slot kelas 12, yang memungkinkan transmisi data berkecepatan tinggi. Modul SIM800C juga memiliki *Built-In* TCP/IP yang memungkinkannya untuk berkomunikasi dengan internet secara langsung, sehingga menjadikan modul ini ideal untuk aplikasi IoT.

Selain itu, modul SIM800C memiliki fitur Bluetooth bawaan, yang memungkinkannya berkomunikasi dengan perangkat berkemampuan Bluetooth lainnya. Modul SIM800C dapat dikontrol menggunakan perintah AT, yang membuatnya mudah digunakan dan diintegrasikan ke dalam berbagai proyek. Ini juga memiliki berbagai antarmuka, termasuk UART, SPI, I2C, dan USB, membuatnya mudah untuk terhubung ke perangkat lain [26].



**Gambar 2.6 Modul GSM SIM800C [26]**

**Tabel 2.2 Pin Definisi Modul SIM800C**

<b>Pin</b>	<b>Fungsi</b>
VBAT	Input catu daya (3.4 - 4.4V)
GND	Ground
RI	Indikator Dering
DTR	Data Terminal Ready
DCD	Data Carrier Detect
RTS	Request To Send
CTS	Clear To Send
RXD	Masukan port serial
TXD	Output port serial
PWRKEY	Input tombol daya
RESET	Atur ulang masukan
ADC	Masukan analog
MIC+	Masukan mikrofon
MIC-	Ground mikrofon
SPK+	Keluaran speaker
SPK-	Ground speaker
ANT	Antarmuka antena

Berikut spesifikasi dari modul SIM800C secara umum:

- a. Quad-band GSM/GPRS 850/900/1800/1900 MHz
- b. GPRS multi-slot class 12/10
- c. GPRS mobile station class B
- d. Compliant to GSM phase 2/2+
- e. Class 4 (2 W @ 850/900 MHz)
- f. Class 1 (1 W @ 1800/1900 MHz)
- g. Control via AT commands (GSM 07.07, 07.05, and SIMCOM enhanced AT commands)
- h. Supply voltage range: 3.4 - 4.4V
- i. Low power consumption: 1.5mA(sleep mode)
- j. Operation temperature: -40°C to +85°C
- k. Built-in Bluetooth 3.0+EDR

- l. Built-in TCP/IP stack with support for HTTP, FTP, SMTP, POP3, and MMS
- m. GPS/GLONASS support
- n. Dimensions: 17.6 x 15.7 x 2.3 mm

### 2.2.8. Ultrasonic Sensor

Ultrasonic sensor adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mendeteksi objek di lingkungannya dengan menggunakan gelombang suara ultrasonik. Prinsip kerja ultrasonic sensor didasarkan pada pengiriman gelombang suara ultrasonik dan penerimaan gelombang pantulannya setelah memantul dari objek yang terdeteksi.

Ultrasonic sensor terdiri dari dua komponen utama, yaitu transmitter (pengirim) dan receiver (penerima). Transmitter menghasilkan gelombang suara ultrasonik dengan frekuensi sekitar 40 kHz. Gelombang suara ini kemudian dikirimkan ke objek di sekitarnya dengan kecepatan 340m/s. Jika gelombang suara tersebut mengenai sebuah objek, ia akan memantul kembali ke sensor dan diterima oleh receiver.

Receiver ultrasonic sensor mendeteksi gelombang suara yang dipantulkan dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Dengan memperhitungkan kecepatan suara dalam medium sekitarnya, sensor dapat menghitung jarak antara sensor dan objek yang terdeteksi. Perhitungan untuk memperoleh jarak tersebut dirumuskan dengan persamaan 2.2.

$$S = \frac{340 \times t}{2} \qquad \text{Persamaan 2.2}$$

Dimana,

S = Jarak antara sensor dengan objek terdeteksi (m),

t = waktu dari pengiriman sinyal sampai diterima kembali oleh sensor (s),

340 = nilai kecepatan gelombang suara ultrasonik (m/s).

Ultrasonic Sensor banyak diimplementasikan pada beberapa aplikasi diantaranya:

- 1. Pengukuran Jarak

Salah satu aplikasi utama ultrasonic sensor adalah dalam pengukuran jarak. Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan objek dengan

presisi yang tinggi. Contoh penggunaannya adalah dalam perangkat pengukur jarak pada kendaraan, sistem parkir otomatis, dan pengukuran kedalaman air.

## 2. Navigasi Kendaraan

Ultrasonic sensor juga digunakan dalam sistem navigasi kendaraan. Sensor ini membantu kendaraan untuk mendeteksi rintangan di sekitarnya dan menghindarinya. Pada mobil, sensor ini dapat digunakan dalam sistem penghindaran tabrakan, sistem pengereman otomatis, dan parkir otomatis.

## 3. Penghindaran Rintangan

Ultrasonic sensor dapat digunakan untuk menghindari rintangan dalam berbagai aplikasi. Contoh penggunaannya adalah pada robotika, di mana sensor ini membantu robot menghindari rintangan yang ada di sekitarnya dan mengubah jalur pergerakannya [27].



**Gambar 2.7 Sensor Ultrasonic [27]**

Pada gambar 2.7 menunjukkan bentuk fisik Ultrasonic tipe HC-SR04 yang mana memiliki definisi kaki pin pada tabel 2.3:

**Tabel 2.3 Pin Out Sensor Ultrasonic**

<b>Pin</b>	<b>Fungsi</b>
VCC	Input catu daya (3 - 5V)
GND	Ground
TRIG	Pin logika pengiriman sinyal suara ultrasonic
ECHO	Pin logika penerimaan sinyal suara ultrasonic

