

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Kajian pustaka digunakan sebagai perbandingan antara penelitian yang telah dilakukan dengan apa yang dilakukan peneliti diantaranya meliputi:

Pada penelitian yang dilakukan oleh Adlan Bagus Pradana, dan Muhammad Arief Wibowo pada tahun 2021 yang berjudul “**Perancang Ikat Pinggang Pendeteksi Halangan Untuk Tunanetra Dengan Metode *Half cylinder* Berbasis *Single Board Microcontroller* Bertenaga Panel Surya**”. Metode *half cylinder* adalah cara dengan tujuan untuk menangkap gelombang pantul sensor ultrasonik di area *half cylinder* untuk mendeteksi halangan di area tersebut. Penelitian ini menggunakan panel surya sebagai daya yang ditaruh pada topi dan sensor ultrasonik HC-SR04, buzzer, motor DC, dan Arduino Nano yang ditaruh pada ikat pinggang. Buzzer untuk mengeluarkan suara dan motor DC sebagai getaran digunakan sebagai media *Output* untuk mengetahui jarak dari halangan. Jika jarak yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik kurang dari 50cm maka buzzer dan motor DC akan menyala [7].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rusito dan Dani Setiyawanya pada tahun 2020 yang berjudul “**Alat Bantu Jalan Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler**” alat bantu dalam penelitian ini menggunakan MP3 dengan *microSD* yang sudah diisi *file* suara yang berfungsi sebagai informasi adanya penghalang pada arah tertentu yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik. *Output* dari MP3 *player* tersebut berupa *headset*. Alat bantu ini dilengkapi dengan tombol darurat yang berfungsi untuk mengirimkan informasi darurat melalui SIM800L dengan via SMS ke orang yang sudah ditentukan dalam program. Isi dari SMS tersebut berupa titik koordinat pada *google maps* dari hasil pembacaan modul GPS NEO-6M. hasil dari perancangan ini dengan nilai sangat baik [8].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurlinda dan Rusmala pada tahun 2021 yang berjudul **“Rancang Bangun Ikat Pinggang Cerdas Sebagai Alat Bantu Tunanetra Berbasis *Microkontroler Arduino*”** perancangan ikat pinggang ini menggunakan *DFPlayer* untuk menyimpan *SD Card* dan *speaker* untuk mengeluarkan suara yang terdapat di dalam memori jika halangan terdeteksi kurang dari 50 cm. Penelitian ini menambahkan *push button* sebagai tombol *on/off* pada ikat pinggang cerdas. pada penelitian yang sudah ada, tidak adanya tombol *on/off*. Pada saat pengujian semua parameter berhasil terhubung dan berfungsi dengan baik [9].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Eko Didik Widiyanto, Muhammad Ikhsan, dan Agung Budi Prasetyo pada tahun 2021 yang berjudul **“Rompi Penyedia Informasi bagi Penyandang Tunanetra Menggunakan Multisensor HC-SR04”** pada penelitian ini terdapat 5 sensor ultrasonik yang diletakkan pada bagian depan rompi. Dua sensor diletakkan dengan sudut kemiringan 70° yang berfungsi mendeteksi halangan yang berada di atas dan di bawah, dua sensor lagi diletakkan dengan sudut kemiringan 75° yang berfungsi mendeteksi halangan yang berada di kiri dan di kanan, dan yang satu lagi diletakkan dengan sudut kemiringan 90° yang berfungsi mendeteksi halangan yang berada di depan. Jika terdeteksi adanya halangan dalam jarak yang sudah ditentukan, maka sistem akan mengeluarkan *Output* suara yang sudah terdefinisi dalam modul *DFPlayer* melalui *headphone*. Informasi suara yang terdapat dalam modul *DFPlayer* yaitu, “Jalan Terus”, “Berhenti”, “Hati-hati di atas”, “Hati-hati di bawah”, “Belok Kiri”, “Belok Kanan”, “Belok Kanan atau Belok Kiri” [10].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Vicky Alvian Fergiyawan, Septi Andryana, dan Ucu Darusalam pada tahun 2018 yang berjudul **“Alat Pemandu Jalan Untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis *Arduino*”** hasil pengujian pada sensor ultrasonik HC-SR04 tidak ada perbedaan dengan jarak yang ditentukan, jarak yang sebenarnya, dan jarak yang dibaca oleh *software* *Arduino IDE*. Hasil pengujian pada motor servo, jarak halangan mulai dari 20 cm - 175 cm motor bergerak selama 0,25 detik. Hasil pengujian seluruhnya, jarak yang telah ditentukan, jarak objek, dan jarak pada *software* bernilai sama dan kondisi motor servo dengan kondisi buzzer bergerak

dan berbunyi. Alat ini dapat membuat penyandang tunanetra menjadi mandiri dan mengurangi ketergantungan terhadap orang lain dalam beraktivitas sehari-hari [11].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Renstra C. G. Tangdiongan, Elia Kendek Allo, Sherwin R. U. A. Sompie pada tahun 2018 yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Penderita Tunanetra Berbasis *Microcontroller Arduino Uno*”** pada penelitian ini menggunakan modul MP3 *player* sebagai pemutar suara rekaman yang terhubung ke *headset* sebagai *Output* yang akan memberitahu pengguna jika ada halangan yang terdeteksi. Suara rekaman berisi informasi yang akan memberitahu pengguna jika ada halangan dengan variasi jarak halangan dari satu sampai empat meter. Sebagai tambahan *Output*, penelitian ini menggunakan *cell* motor vibrator untuk memberikan efek vibrasi atau getaran berdurasi 0.85 detik yang akan memberitahu pengguna jika ada halangan yang terdeteksi [12].

Pada penelitian yang dilakukan Jarot Bangun Purnomo, Muaffaq A. Jani, Agung Kridoyono pada tahun 2018 yang berjudul **“Tingkat Pendeteksi Halangan Untuk Penderita Tunanetra Dengan Sensor Ultrasonik Menggunakan Tenaga Surya”** menggunakan tongkat sebagai objek alat bantu tunanetra. Menggunakan panel surya yang terhubung pada baterai 9V sebagai daya alat. Membuat ketentuan *input* dan hasil *ouput* jika sensor terhalang benda kurang dari 60 cm maka buzzer mengeluarkan beep sebanyak dua kali, dan jika sensor terhalang benda kurang dari 30 cm maka buzzer mengeluarkan satu kali beep panjang [13]. Berikut pada tabel 2.1 perbedaan dengan penelitian terdahulu:

Tabel 2.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti, Tahun, dan Judul	Perbedaan	
		Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
1.	(Adlan Bagus Pradana, Muhammad Arief Wibowo, Astri Sumartopo, Jimmy Trio Putra.2021)	Objek terletak pada ikat pinggang, memakai Arduino Nano sebagai mikrokontroler dengan sensor HC-SR04	Objek terletak pada helm ikat pinggang, memakai Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP8266

No.	Nama Peneliti, Tahun, dan Judul	Perbedaan	
		Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
	Perancangan Ikat Pinggang Pendeteksi Halangan untuk Tunanetra dengan Metode <i>Half cylinder</i> Berbasis <i>Single Board Microcontroller</i> Bertenaga Panel Surya	sebagai pendeteksi halangan dan buzzer sebagai <i>Output</i> dari sensor.	sebagai mikrokontroler dengan sensor HY-SRF05 sebagai pendeteksi halangan dan buzzer sebagai <i>Output</i> dari sensor. Ditambah modul GPS NEO-M8N sebagai informasi letak lokasi pengguna.
2.	(Rusito dan Dani Setiyawa. 2020) Alat Bantu Jalan Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler	Objek terletak pada helm dan sepatu, memakai Arduino Uno sebagai mikrokontroler dengan sensor HC-SR04 sebagai pendeteksi halangan dan <i>DFPlayer</i> Mini Berisi MP3 yang Terhubung ke <i>Headset</i> sebagai <i>Output</i> dari sensor.	Objek terletak pada helm ikat pinggang, memakai Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dengan sensor HY-SRF05 sebagai pendeteksi halangan dan buzzer sebagai <i>Output</i> dari sensor. Ditambah modul GPS NEO-M8N sebagai informasi letak lokasi pengguna.
3.	(Nurlinda dan Rusmala. 2021) Rancang Bangun Ikat Pinggang Cerdas Sebagai Alat Bantu	Objek terletak pada ikat pinggang, memakai Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler dengan sensor HC-	Objek terletak pada helm ikat pinggang, memakai Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP8266

No.	Nama Peneliti, Tahun, dan Judul	Perbedaan	
		Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
	Tunanetra Berbasis <i>Microkontroler</i> <i>Arduino</i>	SR04 sebagai pendeteksi halangan dan <i>DFPlayer</i> Mini Berisi MP3 yang Terhubung ke <i>speaker</i> sebagai <i>Output</i> dari sensor.	sebagai mikrokontroler dengan sensor HY-SRF05 sebagai pendeteksi halangan dan buzzer sebagai <i>Output</i> dari sensor. Ditambah modul GPS NEO-M8N sebagai informasi letak lokasi pengguna.
4.	(Eko Didik Widiyanto, Muhammad Ikhsan, dan Agung Budi Prasetyo. 2021) Rompi Penyedia Informasi bagi Penyandang Tunanetra Menggunakan Multisensor HC-SR04	Objek terletak pada rompi, memakai Arduino Uno sebagai mikrokontroler dengan sensor HC-SR04 sebagai pendeteksi halangan dan <i>DFPlayer</i> Mini Berisi MP3 yang Terhubung ke <i>headphone</i> sebagai <i>Output</i> dari sensor.	Objek terletak pada helm ikat pinggang, memakai Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dengan sensor HY-SRF05 sebagai pendeteksi halangan dan buzzer sebagai <i>Output</i> dari sensor. Ditambah modul GPS NEO-M8N sebagai informasi letak lokasi pengguna.
5.	(Vicky Alvia Fergiyawan, Septi Andryana, dan Ucu Darusalam. 2018) Alat Pemandu Jalan	Objek terletak pada ikat pinggang, memakai Arduino Uno sebagai mikrokontroler dengan sensor HC-SR04	Objek terletak pada helm ikat pinggang, memakai Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP8266

No.	Nama Peneliti, Tahun, dan Judul	Perbedaan	
		Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
	Untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino	sebagai pendeteksi halangan, Buzzer dan motor servo sebagai <i>Output</i> dari sensor.	sebagai mikrokontroler dengan sensor HY-SRF05 sebagai pendeteksi halangan dan buzzer sebagai <i>Output</i> dari sensor. Ditambah modul GPS NEO-M8N sebagai informasi letak lokasi pengguna.
6.	(Renstra C. G. Tangdiongan, Elia Kendek Allo, Sherwin R. U. A. Sompie. 2018) Rancang Bangun Alat Bantu Mobilitas Penderita Tunanetra Berbasis <i>Microcontroller</i> Arduino Uno	modul MP3 <i>player</i> sebagai pemutar suara rekaman yang terhubung ke headset sebagai <i>Output</i> . menggunakan <i>cell</i> motor vibrator untuk memberikan efek vibrasi atau getaran berdurasi 0.85 detik yang akan memberitahu pengguna jika ada halangan yang terdeteksi	Objek terletak pada helm ikat pinggang, memakai Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dengan sensor HY-SRF05 sebagai pendeteksi halangan dan buzzer sebagai <i>Output</i> dari sensor. Ditambah modul GPS NEO-M8N sebagai informasi letak lokasi pengguna.
7.	(Jarot Bangun Purnomo, Muaffaq A. Jani, Agung Kridoyono. 2018) Tongkat Pendeteksi	Objek terletak pada tongkat, Menggunakan panel surya yang terhubung pada baterai 9V sebagai daya alat.	Objek terletak pada helm ikat pinggang, memakai Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP8266

No.	Nama Peneliti, Tahun, dan Judul	Perbedaan	
		Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
	Halangan Untuk Penderita Tunanetra Dengan Sensor Ultrasonik Menggunakan Tenaga Surya	mengeluarkan beep sebanyak dua kali jika sensor terhalang benda kurang dari 60 cm. mengeluarkan satu kali beep panjang jika sensor terhalang benda kurang dari 30 cm.	sebagai mikrokontroler dengan sensor HY-SRF05 sebagai pendeteksi halangan dan buzzer sebagai <i>Output</i> dari sensor. Ditambah modul GPS NEO-M8N sebagai informasi letak lokasi pengguna.

2.2 DASAR TEORI

Penulisan landasan teori ini akan membahas dasar teori atau komponen apa saja yang di perlukan dalam merancang helm dan ikat pinggang pendeteksi halangan untuk penyandang tunanetra, seperti membahas tentang penyandang tunanetra, Arduino Mega 2560, NodeMCU ESP8266, Arduino IDE, sensor ultrasonik, modul GPS NEO-M8N, dan perhitungan *error* dan akurasi.

2.2.1 Penyandang Tunanetra

Tunanetra adalah orang yang tidak bisa melihat sama sekali, atau buta total sehingga mereka yang masih memiliki sisa penglihatan akan tetapi tidak mampu menggunakan penglihatannya untuk membaca tulisan berukuran 12 point dalam keadaan cahaya normal meskipun di bantu dengan kacamata [14]. Tunanetra dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

- a. Buta, yaitu suatu kondisi yang sama sekali tidak dapat menerima rangsangan cahaya dari luar.

b. *Low vision*, suatu kondisi yang masih dapat menerima rangsangan cahaya dari luar, hanya mampu membaca *headline* koran atau dengan ketajaman lebih dari 6/21 [15].

Orang-orang yang mengalami hambatan penglihatan atau tunanetra tidak selalu berkembang sama dengan orang-orang yang memiliki cacat lain dari berbagai aspek. Salah satu perkembangan motorik tunanetra adalah perilaku untuk mengetahui objek dengan mendengarkan suara dari objek yang akan diraih. Selain itu, tunanetra sering melakukan perilaku seperti menekan dan menepuk mata dengan jari, menarik dari depan ke belakang, menggosok, memutar, dan menatap cahaya sinar untuk mengurangi tingkat stimulasi sensor untuk melihat dunia luar. Perilaku tunanetra untuk menguasai dunia persepsinya adalah menggunakan jari-jemarinya untuk merasakan tekstur, ukuran, bentuk, dan apakah objek tersebut memiliki suara [16].

Penyandang tunanetra biasanya menggunakan tongkat untuk membantu mereka bergerak, sehingga mereka membutuhkan sirkulasi yang lebih luas daripada orang normal. Sirkulasi ruang penyandang tunanetra tidak sama dengan orang normal. Karena biasanya ada alat bantu, yaitu sebuah tongkat yang dapat digerakkan untuk mempermudah aktivitasnya, mereka akan membutuhkan sirkulasi yang lebih besar. Penyandang tunanetra membutuhkan ruang gerak standar. Dengan tongkat, jangkauan paling sedikit 90 cm ke samping dan 95 cm ke depan. Sirkulasi bagi penyandang tunanetra ditambah 30% dari sirkulasi orang normal jika mereka memerlukan minimal 30% dari kebutuhan ruang geraknya. Pada penelitian ini penyandang tunanetra tidak memerlukan tongkat dalam mobilitasnya, sehingga penyandang tunanetra tidak perlu membutuhkan kebutuhan ruang gerak yang besar [17].

2.2.2 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan yang didasarkan pada pengembangan mikrokontroler berbasis arduino dan menggunakan chip ATmega2560. Papan ini memiliki 54 pin I/O digital, 16 pin input analog, UART 4 pin. Arduino mega 2560 dilengkapi dengan osilator 16 MHz, kepala ICSP, colokan listrik DC, port USB, dan tombol reset. Versi mega Arduino menawarkan lebih banyak peluang dalam

desain sistem yang lebih besar [18]. Pada gambar 2.1 adalah gambar Arduino Mega 2560



Gambar 2.1 Arduino Mega 2560 [18]

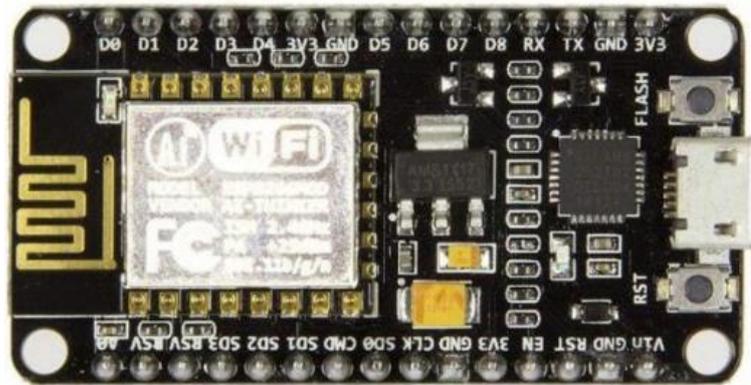
Berikut pada tabel 2.2 adalah spesifikasi dari Arduino Mega 2560 yang diuraikan secara lebih lengkap [19]:

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Parameter	Spesifikasi
Tegangan Operasional	5 V
Tegangan Input	7-12 V
Tegangan Input (limit)	6-20 V
Arus DC untuk Pin 3.3 V	50 mA
Pin Analog Input	16
Arus DC per Pin I/O	20 mA
Pin Digital I/O	54 (15PWM)
SRAM	8 KB
Memori Flash	256 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
EEPROM	4 KB

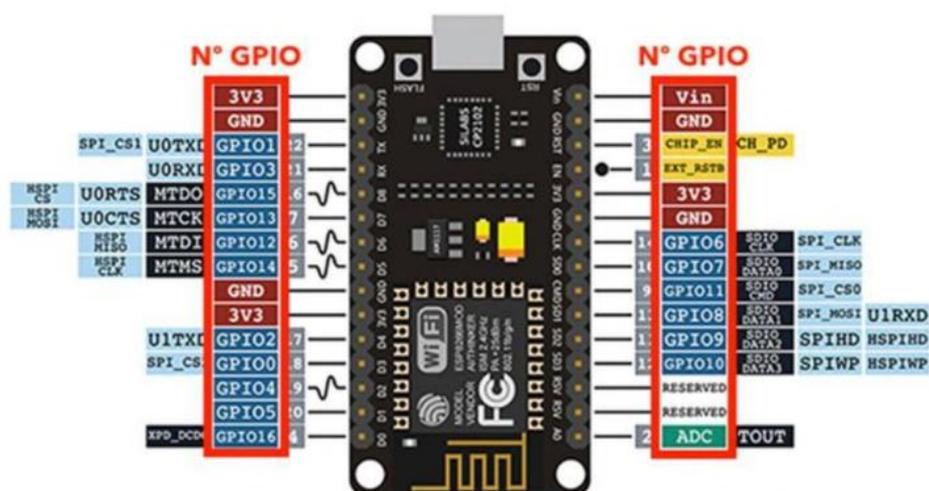
2.2.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah modul mikrokontroler yang dirancang dengan ESP8266 di dalamnya. Fungsinya adalah untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi antara mikrokontroler dan jaringan Wi-Fi, serta antara mikrokontroler dan mikrokontroler itu sendiri. Untuk memprogram NodeMCU ESP8266, bisa menggunakan arduino IDE.



Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266 [20]

Pada gambar 2.2 Peneliti memilih NodeMCU ESP8266 karena mudah diprogram, memiliki banyak pin *I/O* seperti pada gambar 2.3, dan memiliki kemampuan untuk mengirim atau mengambil data melalui jaringan Wi-Fi. [20].



Gambar 2.3 Pinout NodeMCU ESP8266 [20]

2.2.4 Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang ditulis dengan menggunakan java. Arduino IDE terdiri dari:

- Editor program, yaitu *window* yang bisa membuat pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa C/C++.
- *Compiler*, yaitu modul yang bisa mengubah kode program menjadi kode biner. *Compiler* membantu mikrokontroler agar bisa memahami bahasa tingkat tinggi (bahasa C/C++).
- *Uploader*, yaitu modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan arduino [21].

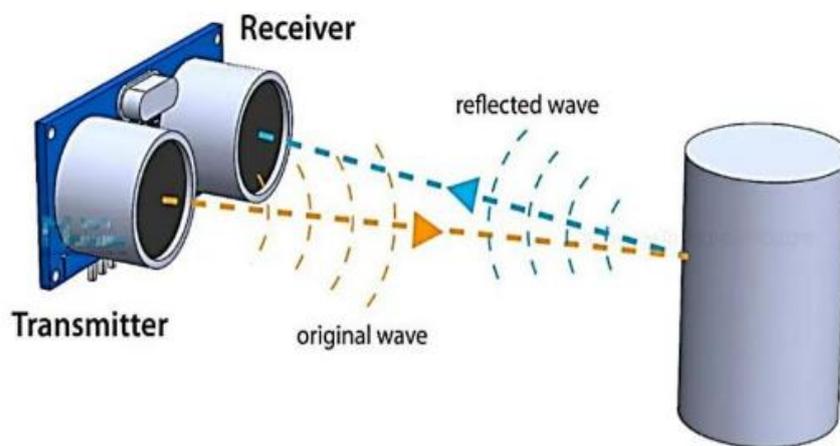
2.2.5 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja dengan prinsip pantulan gelombang suara ultrasonik. Gelombang suara berfungsi untuk mendeteksi keberadaan objek yang berada di depannya. Keberadaan objek di depannya ditafsirkan dengan menggunakan gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh unit pemancar (*transmitter*) dan diterima kembali oleh unit penerima (*receiver*) setelah memantul mengenai permukaan objek di depannya. Gelombang pantul yang diterima mengindikasikan terdapat objek tertentu di depan sensor, sedangkan pada saat gelombang suara yang dipancarkan tidak kembali diterima oleh *receiver*, maka terdapat kemungkinan tidak ada objek di depan sensor atau objek berada di luar jangkauan pengukuran.

Bunyi yang dihasilkan oleh gelombang ultrasonik yang digunakan biasanya berukuran 20 KHz atau lebih tinggi, sehingga manusia tidak dapat mendengarkannya, tetapi anjing kucing, kelelawar, dan lumba-lumba dapat mendengarkannya. Cara kerja dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

1. Sinyal dipancarkan oleh unit pemancar dengan frekuensi di atas 20 KHz (biasanya pada 40 KHz) untuk mengukur jarak benda.

2. Sinyal yang dipancarkan merambat sebagai gelombang bunyi, yang dimana bunyi di udara merambat dengan kecepatan sekitar 340 m/s.
3. Pada saat gelombang ultrasonik menghantam benda (target) di depannya, maka gelombang tersebut akan dipantulkan oleh target kembali ke sensor ultrasonik.
4. Saat gelombang pantul diterima oleh unit penerima, gelombang akan diproses untuk perhitungan selisih waktu gelombang dipancarkan dan gelombang pantul diterima.



Gambar 2.4 Ilustrasi Sensor Ultrasonik [22]

Sensor ultrasonik dengan seri HY-SRF05 adalah sensor jarak dengan gelombang ultrasonik, yang dimana pada gambar 2.4 dalam sensor ultrasonik sendiri ada dua bagian yaitu *transmitter* yang berfungsi untuk memancarkan gelombang ultrasonik dan *receiver* yang berfungsi untuk menerima gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh *transmitter*. Prinsip dasar kerja dari sensor ini yaitu:

1. Menggunakan *trigger* 10 selama 10 us (mikro detik) dengan sinyal "*HIGH*";
2. Modul sensor secara otomatis memancarkan delapan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz dan mendeteksi keberadaan gelombang pantul;
3. Saat ada gelombang pantul kembali yang diterima, waktu yang dicatat adalah waktu saat pemancaran gelombang ultrasonik hingga menerima gelombang pantul.

Karena merupakan gerak lurus beraturan (GLB), maka perhitungan jarak pada sensor:

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

Di mana:

s = jarak benda (m)

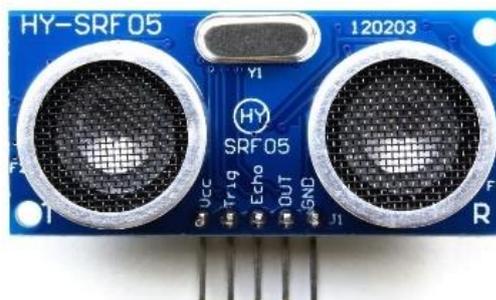
v = kecepatan bunyi di udara (340 m/s)

t = waktu gelombang dipancarkan hingga diterima (s) [22].



Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04 [23]

Pada gambar 2.5 Meskipun sensor HC-SR04 adalah sensor yang sering digunakan dalam penggunaan sensor ultrasonik, namun terdapat perbedaan antara HY-SRF05 yang ada pada gambar 2.6 dan HC-SR04 yang dimana perbedaan tersebut terletak pada jumlah pin. Pada HY-SRF05 memiliki satu pin tambahan yang berfungsi sebagai pin *out*. Namun pada umumnya baik HY-SRF05 maupun HC-SR04 pin yang digunakan pada saat pemakaian hanyalah 4 pin saja yang dipakai, yakni VCC, *Trig*, *Echo*, GND.



Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik HY-SRF05 [23]

Fungsi penggunaan dari kedua seri sensor tersebut memiliki fungsi yang sama yaitu sebagai pendeteksi jarak. Namun dalam hal akurasi dari kedua seri sensor tersebut, pada HY-SRF05 memiliki keunggulan seperti akurasi dan jarak jangkauan yang lebih dari pada HC-SR04 yang dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut: [23].

Tabel 2.3 Perbandingan Sensor HC-SR04 Dengan HY-SRF05

SPESIFIKASI	HC-SR04	HY-SRF05
Tegangan Kerja	5V	5V
Bekerja Saat Ini	15mA	-2mA
Ketepatan	+4mm	+0.2cm
Frekuensi emisi akustik	40khz	40khz
Mengukur Sudut	15°	15°
Jangkauan Maks	400 cm	450 cm
Rentang Min	+2cm	+ 1cm
Tahan Air	tidak	tidak

2.2.6 Modul GPS NEO-M8N

Global Positioning System (GPS) menggunakan satelit untuk memberikan informasi lokasi dan waktu dalam berbagai kondisi cuaca, dimana pun di atas permukaan bumi, selama satelit terus menerima sinyal GPS. Setiap satelit mentransmisikan sinyal unik dan parameter orbital yang memungkinkan perangkat GPS untuk memecahkan kode dan menghitung lokasi satelit yang tepat. GPS terdiri dari tiga bagian, yaitu segmen ruang (luar angkasa), segmen tanah (bumi), dan segmen pengguna (user). Penerima GPS menggunakan informasi dan trilaterasi ini untuk menghitung lokasi pengguna yang tepat. Pada dasarnya, penerima GPS mengukur jarak ke setiap satelit dengan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menerima sinyal yang ditransmisikan. Dengan mengukur jarak dari beberapa satelit lagi, penerima dapat menentukan posisi pengguna dan

menampilkannya. GPS dapat menghitung informasi lain, seperti kecepatan, bantalan, trek, jarak perjalanan, jarak ke tujuan [24].

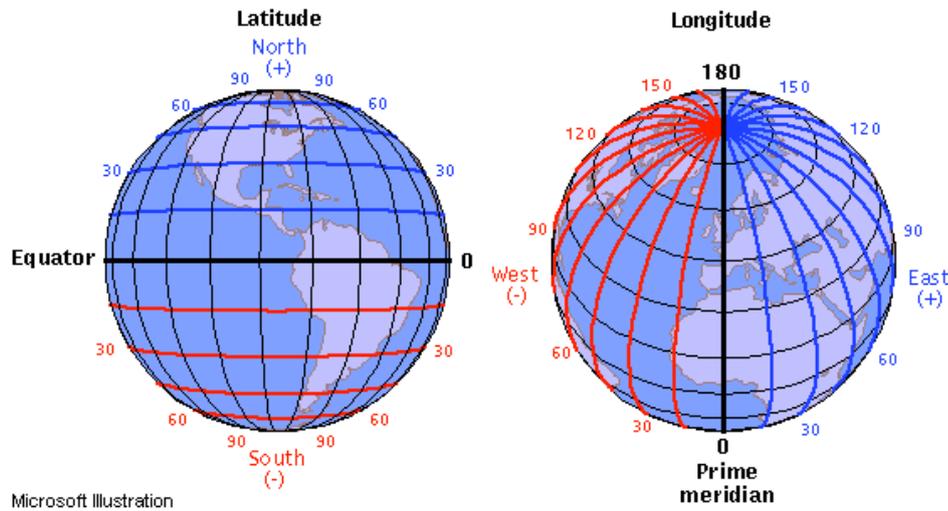
GPS dikembangkan Departemen Pertahanan Amerika Serikat pada tahun 1973 dan beroperasi dengan penuh di tahun 1995. Sistem GPS bernama resmi NAVSTAR-GPS dan terdiri 24 satelit dengan membentuk konstelasi pada luar angkasa, bersama dengan beberapa satelit yang digunakan untuk cadangan.

Negara yang mempunyai teknologi yang sama mulai membuat dan meluncurkan sistem GPS yang dimiliki oleh mereka sendiri setelah GPS digunakan secara global. Dengan berkembangnya berbagai sistem navigasi satelit, seperti GLONASS dan GALILEO di Rusia dan Eropa, China membangun jaringan navigasi GPS pada satelit BeiDou, sedangkan India menggunakan INRSS-nya, dan negara Jepang menggunakan QZNSS, sistem pada navigasi satelit global (GNSS) diusulkan untuk bekerja sama dengan berbagai sistem navigasi satelit lainnya. Untuk menghitung dan mengirimkan informasi posisi dalam bentuk koordinat absolut lintang, bujur, dan ketinggian, sistem GNSS menggunakan konstelasi dua atau lebih satelit di angkasa. GPS menggunakan prinsip triangulasi untuk menentukan lokasi seseorang di permukaan bumi. Sebagaimana diketahui, GPS membuat ruang sinyal berbentuk bola sphere dari pusat satelit dan mengirimkannya ke segala arah [25].

Garis lintang adalah garis horizontal untuk mengukur sudut antara suatu titik dengan garis khatulistiwa, digunakan dalam sistem koordinat yang berfungsi menunjukkan suatu titik di permukaan Bumi. Penentuan Titik di barat bujur 0° dinamakan Bujur Barat sedangkan titik di Timur 0° dinamakan Bujur Timur.

Berawal pada 2 koordinat letak di Bumi dari angka depan pada *Latitude* (ketinggian) dan angka belakang pada *Longitude* (panjang).

1. *Latitude* adalah garis lintang yang menuju dari khatulistiwa (0) mengarah ke kutub selatan, atau khatulistiwa mengarah ke kutub utara dengan sudut $0-90$ dan $0-90$.
2. *Longitude* adalah garis bujur seperti dari khatulistiwa. Sudut 0 yang terletak di Greenwich mengarah ke Hawai adalah $0-180$, sedangkan kebalikannya dari 0 ke- 180



Gambar 2.7 Latitude dan Longitude Bumi [26]

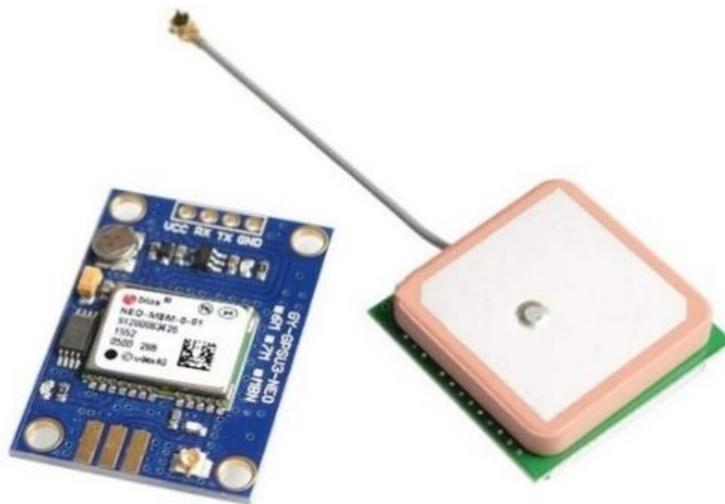
pada gambar 2.7 *Latitude* adalah garis lintang. Titik 0 adalah sudut ekuator, dan tanda + menunjukkan arah ke atas menuju kutub utara. Tanda minus menunjukkan arah ke kutub selatan di koordinat *Latitude*, yang berarti 0 hingga 90 derajat ke arah kutub utara dan 0 hingga 90 derajat ke arah kutub selatan. *Longitude* adalah angka dari sudut bundar horizontal Bumi. Titik bermula dari 0 hingga 180 derajat dan bergerak ke arah yang sebaliknya. Garis negara Inggris adalah titik awal [26].

Format angka dalam koordinat GPS, D sebagai angka bilangan desimal, M sebagai satuan dari konversi ke dalam waktu yaitu detik dan menit. Nilai angka pada DD dibatasi mulai dari titik yang ada di atas dan di bawah nilai 90° dan -90° . Nilai angka pada M tidak melewati nilai angka 60, yang merupakan angka satuan dalam detik dan menit.

1. $DDD.DDDDD^\circ$ = lintang derajat, yang digunakan dalam koordinat pada komputer. Sederhananya hanya dengan memasukkan 2 koordinat angka desimal yaitu $+32.30642$, -122.61458 .
2. $DDD^\circ MM.MMM'$ = lintang derajat dan menit. Dalam perangkat elektronik, misalnya, angka 32 menunjukkan derajat, dan angka berikutnya menunjukkan pembagian 60 koordinat desimal. Misal pada 32° , diartikan dengan 32° dan $60 \times 0,30642$ adalah $18,38 32^\circ 18.385'$ - $122^\circ 36.875'$.
3. $DDD^\circ MM' SS.S''$ = lintang derajat, menit, dan detik. Format tersebut adalah format yang umumnya digunakan pada GPS dengan akurasi yang angkanya lebih panjang lebih dari format pada poin 2 [27].

Sistem GNSS terdiri dari beberapa konstelasi satelit milik beberapa negara yang bersatu menjadi satu konstelasi besar untuk memberikan layanan posisi yang seakurat dan presisi mungkin di seluruh dunia. Sistem GPS sebelumnya hanya dapat menerima 24 satelit dengan kerja sama GNSS, sementara GLONASS dapat menerima sekitar 50 satelit. Ini berarti bahwa kita tidak perlu khawatir tentang berapa banyak satelit yang mengorbit di atas kita saat menggunakan GPS. Namun, beberapa penerima tidak mendukung penggunaan kedua sistem navigasi satelit (GPS dan GLONASS) secara bersamaan [25].

GPS-NEO-M8N dapat menerima sinyal dari berbagai konstelasi satelit (seperti GPS dan GLONASS) dan mengikuti protokol data NMEA (*National Marine Electronics Association*) untuk berkomunikasi dengan perangkat lain, memiliki konsumsi daya yang rendah dan ukuran kecil.



Gambar 2.8 GPS NEO-M8N [28]

Pada gambar 2.8 GPS NEO-M8N mencakup kompas digital HMC5883L, yang menjaga konsumsi daya tetap rendah, memiliki sensitivitas tinggi dan kemampuan penerimaan yang sangat baik.

GPS NEO-M8N memerlukan tegangan kerja sebesar 5 Volt yang dimana menggunakan sistem komunikasi serial dengan *baudrate* 9600 dan data yang dikirim berupa data NMEA GGA yang diurai dan hasilnya berupa data *degrees minutes* (DM) kemudian diubah menjadi *degree decimal* (DD) yang berfungsi untuk mendapatkan nilai *Longitude* dan *Latitude*. Modul NEO-M8N dapat

menerima tiga sistem GNSS secara bersamaan (GPS/Galileo, BeiDou atau GLONASS). Ini dapat mengenali beberapa rasi bintang secara bersamaan dan memberikan posisi yang sangat akurat dalam situasi di mana sinyal lemah atau ngarai perkotaan terlibat [28].

Untuk mengetahui apakah GPS NEO M8N bisa memberikan akurasi posisi yang memumpun, peneliti akan melakukan uji coba pada modul GPS NEO-M8N dengan membandingkannya dengan GPS yang ada pada *smartphone*. Perbandingan tersebut dilakukan dengan cara menempatkan kedua perangkat di tempat yang sama dan mengambil data koordinat *Latitude* dan *longtitude* dari modul GPS NEO-M8N dan GPS pada *smartphone*. Jika ada perbedaan koordinat dari kedua perangkat tersebut, maka akan dihitung jarak dari kedua koordinat tersebut menggunakan teori *euclidean distance*.

Euclid, seorang matematikawan dari Yunani yang hidup sekitar tahun 300 BCE, memperkenalkan *euclidean distance* untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. *Euclidean distance* adalah perhitungan jarak pada 2 buah titik dalam *Euclidean space*. Geometri Yunani biasanya digunakan dalam satu, dua, dan tiga dimensi. Perhitungan jarak Yunani dua dimensi digunakan untuk mengukur jarak pada koordinat *latitude* dan *longitud*.. Berikut adalah rumus perhitungan *Euclidean distance* :

$$L = \sqrt{(x^1 - x^2)^2 + (y^1 - y^2)^2} \times 111.319$$

Untuk perhitungan jarak, maka rumusnya menjadi :

$$\sqrt{(Lat^1 - Lat^2)^2 + (Long^1 - Long^2)^2} \times 111319$$

Keterangan :

***Lat*¹** = Koordinat *Latitude* pembandingan

***Lat*²** = Koordinat *Latitude realtime*

***Long*¹** = Koordinat *longtitude* pembandingan

***Long*²** = Koordinat *longtitude realtime*

Hasil dari perhitungan diatas dikalikan dengan 111319 untuk mendapatkan nilai dalam satuan Km. Nilai 111.319 di dapat dari konversi 1 derajat bumi kedalam kilometer [29].

Sebagai contoh, peneliti akan membuat rekayasa perbedaan koordinat yang didapat dari modul GPS NEO-M8N dengan GPS pada *smartphone*.



GPS NEO-M8N
7°26'06.2"S 109°15'01.7"E
-7.435046, 109.250457

Gambar 2.9 Koordinat pada GPS NEO-M8N

Pada gambar 2.9 GPS NEO-M8N didapatkan koordinat dengan *Latitude* - 7.435046 dan *longtitude* 109.250457.



GPS Smartphone
 7°26'06.0"S 109°15'06.1"E
 -7.434986, 109.251699

Gambar 2.10 Koordinat Pada GPS Smartphone

Pada gambar 2.10 GPS *Smartphone* didapatkan koordinat dengan *Latitude* -7.434986 dan *longtitude* 109.251699. Terdapat perbedaan jarak dari kedua koordinat yang diterima dari kedua perangkat tersebut. Untuk menghitung perbedaan jarak, maka akan memakai teori *Euclidean distance* untuk menghitungnya. Berikut adalah perhitungannya :

Diketahui :

- Koordinat pada GPS NEO-M8N = *Latitude* -7.435046 dan *longtitude* 109.250457.
- Koordinat pada GPS *Smartphone* = *Latitude* -7.434986 dan *longtitude* 109.251699.

Jawab :

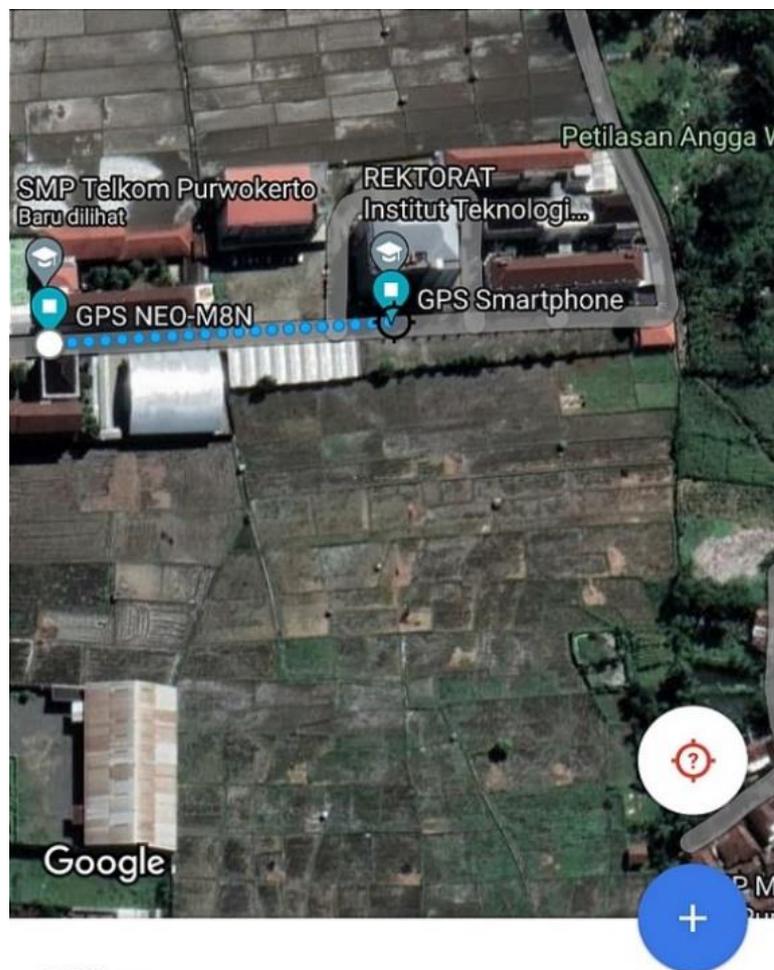
$$L = \sqrt{(Lat^1 - Lat^2)^2 + (Long^1 - Long^2)^2} \times 111319$$

$$L = \sqrt{(-7.435046 - (-7.434986))^2 + (109.250457 - 109.251699)^2} \times 111319$$

$$L = \sqrt{(-0.00006)^2 + (-0.001242)^2} \times 111319$$

$$L = 111319 \sqrt{\left(-\frac{3}{50000}\right)^2 + \left(-\frac{621}{500000}\right)^2}$$

L = 138 Meter



138 m

Gambar 2.11 Pengukuran Jarak Pada *Google maps*

Pada gambar 2.11 pengukuran jarak yang dilakukan melalui *Google maps* mendapatkan hasil yang sama dengan perhitungan dengan menggunakan teori *Euclidean distance*.

2.2.7 Perhitungan *Error* dan Akurasi

Rumus ini dapat digunakan untuk menghitung kesalahan yang didapatkan dari perbandingan pengukuran antara mistar (penggaris) dan sensor ultrasonik [30]:

$$Error = \left| \frac{x-y}{y} \right| \times 100\%$$

$$Akurasi = 100 - error$$

Keterangan :

x = Pengukuran pada sensor ultrasonik (cm)

y = Pengukuran pada Mistar (penggaris) (cm)