

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Perkembangan Mobil Listrik

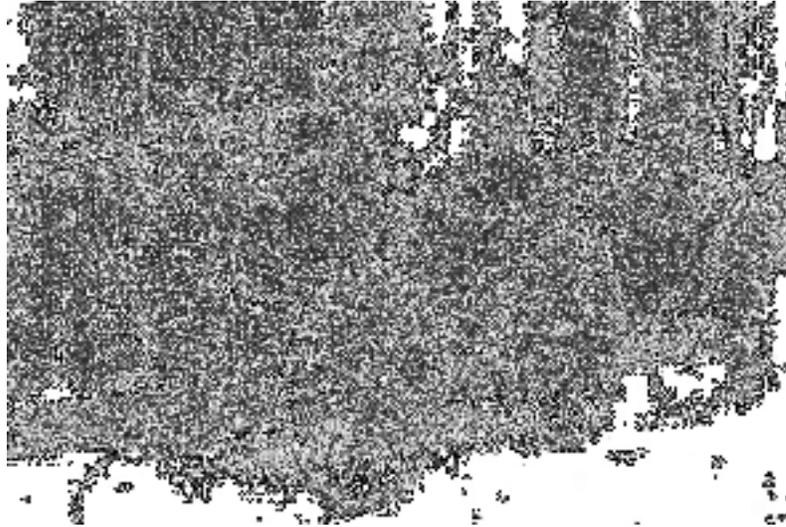
Mobil listrik merupakan jenis mobil yang menggunakan listrik sebagai sumber energinya untuk bergerak. Energi disimpan pada baterai atau accu sebagai tempat penyimpanannya (Amanda, 2015).

Mobil modern pertama dibuat oleh Karl Benz pada tahun 1885, namun puluhan tahun sebelumnya konsep mengenai mobil listrik sudah mulai ada. Pada abad ke 18, sudah banyak ilmuwan atau inovator dari Hungaria, Belanda dan Amerika mulai berfokus dengan konsep kendaraan bertenaga baterai dan menciptakan beberapa mobil listrik skala kecil.

Akhir abad ke 18 di Amerika, mobil listrik buatan William Morrison yang dikenal sebagai ahli kimia sukses memulai debutnya pada tahun 1890. Kendaraan buatannya mampu menampung hingga enam orang penumpang dan melaju dengan kecepatan 22 km/jam.

Meskipun memiliki kecepatan yang rendah, tapi mobil listrik memiliki banyak kelebihan dibandingkan kompetitornya di awal 1900-an. Mobil listrik tidak menimbulkan getaran, mobil listrik juga tidak mengeluarkan gas buang yang berbau, dan tidak berisik bila dibandingkan dengan mobil bensin. Selain itu, mobil listrik tidak memerlukan perpindahan gigi, dimana pada mobil bensin hal inilah yang menjadi penghambat besar dalam mengemudikannya. Mobil listrik pada masa itu juga digunakan oleh orang-orang kaya yang menggunakannya sebagai mobil kota, sehingga keterbatasan jarak bukanlah hambatan besar. Kelebihan lainnya, mobil listrik juga tidak membutuhkan usaha keras untuk menyalakannya, tidak seperti mobil bensin yang membutuhkan tuas tangan untuk menyalakan mobilnya.

Mobil listrik pada masa itu dianggap sebagai mobil yang cocok untuk pengemudi wanita karena kemudahan dalam mengoperasikannya.



Gambar 2.1 Mobil Listrik Pertama Buatan William Morison
(Wink, 2017)

2.1.1 Karakteristik Mobil Listrik Secara Umum

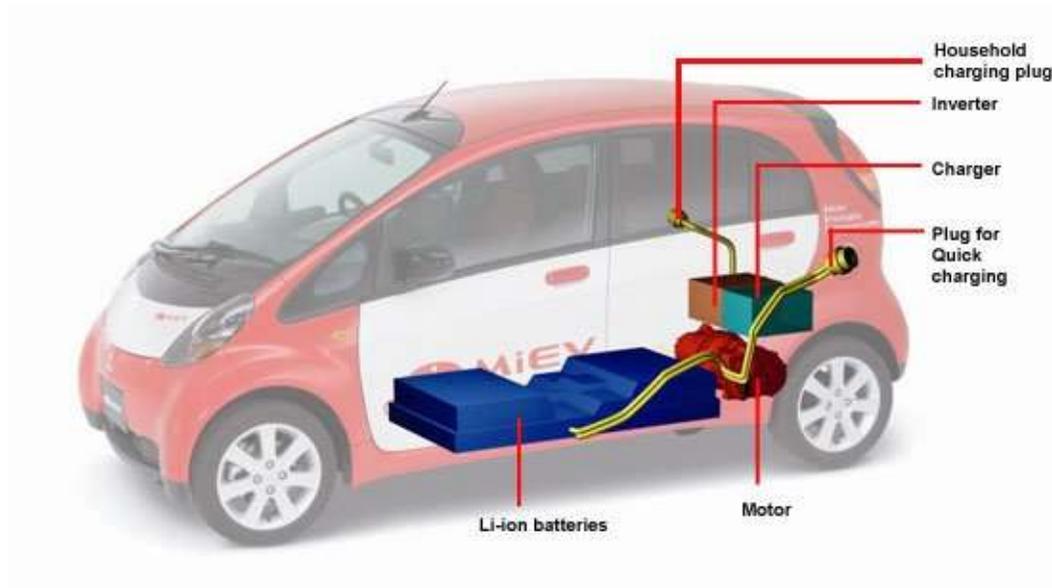
Umumnya mobil listrik terdiri dari tiga sub-sistem utama :

- Sistem penggerak motor listrik
Terdiri dari pengendali mobil, konverter elektronika daya, motor listrik, dan transmisi
- Sistem baterai
Terdiri dari baterai, sistem manajemen baterai, dan unit pengisian
- Sistem pembantu
Terdiri dari sensor – sensor, dan pembantu elektronika lainnya.

2.1.2 Prinsip Kerja Mobil Listrik

Daya Listrik yang bersumber dari listrik PLN atau Generator lewat alat pengisian (Charger) yang berperan untuk merubah arus bolak balik (AC) jadi arus searah (DC) sesuai sama dengan keperluan pengisian dari baterai lewat dua buah kabel

yakni positif serta negatif untuk isi baterai. Baterai terbagi dalam 3 unit dan dipasang dengan cara koneksi seri.



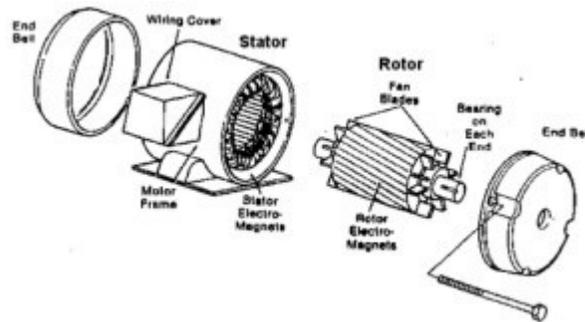
Gambar 2.2 Sistematis Mobil Listrik Baterai
(Teknovanza, 2014)

Setelah baterai penuh, listrik yang tersimpan pada baterai bisa dipakai untuk memutar motor penggerak lewat solenoid yang mempunyai 2 terminal yang berperan menyambung serta memutus di mana terminal positif pada baterai dipasang pada satu diantara terminal pada solenoide dikaitkan ke kendali kecepatan, di mana solenoide ini dikendalikan oleh dua buah saklar sebagai pembatas yang di gunakan pada system gas serta rem yang cuma bisa berperan sesudah kunci kontak dinyalakan.

2.2 Motor Listrik *Brushless* (BLDC)

Motor BLDC adalah motor sinkron. Hal ini berarti bahwa medan magnet yang dihasilkan stator dan medan magnet yang dihasilkan rotor berputar pada frekuensi yang sama. Putaran pada rotor disebabkan oleh medan magnet pada stator yang pada setiap saatnya hanya aktif dua fasa (hanya dua fasa yang ter-suply pada setiap saat sementara satu fasa lainnya tak tersuply) (Arif, 2014).

Gambar 2.3 merupakan bentuk dari motor listrik *brushless*.



Gambar 2.3 Bagian Motor Listrik *Brushless*

(Miftachul, 2014)

2.2.1 Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor BLDC merupakan jenis motor induksi. Motor induksi bekerja sebagai berikut. Listrik dipasok ke stator yang akan menghasilkan medan magnet. Medan magnet ini bergerak dengan kecepatan sinkron disekitar rotor. Arus rotor menghasilkan medan magnet kedua, yang berusaha untuk melawan medan magnet stator, yang menyebabkan rotor berputar.

Walaupun begitu, didalam prakteknya motor tidak pernah bekerja pada kecepatan sinkron namun pada “kecepatan dasar” yang lebih rendah. Terjadinya perbedaan antara dua kecepatan tersebut disebabkan adanya “slip/geseran” yang meningkat dengan meningkatnya beban. Slip hanya terjadi pada motor induksi. Untuk menghindari slip dapat dipasang sebuah cincin geser/ slip ring, dan motor tersebut dinamakan “motor cincin geser/ slip ring motor”.

Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung persentase slip/geseran (Parekh, 2003).

$$\%Slip = \frac{N_s - N_b}{N_s} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

N_s = kecepatan sinkron dalam RPM

N_b = kecepatan dasar dalam RPM

2.3 *Motor Controller*

Motor Controller adalah komponen yang memiliki fungsi untuk mengendalikan motor, seperti kecepatan putaran motor, *start / stop* motor, dan arah putaran motor. Adapun bentuk dari *Motor Controller* dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Modul *motor Controller*

(Danstrother, 2011)

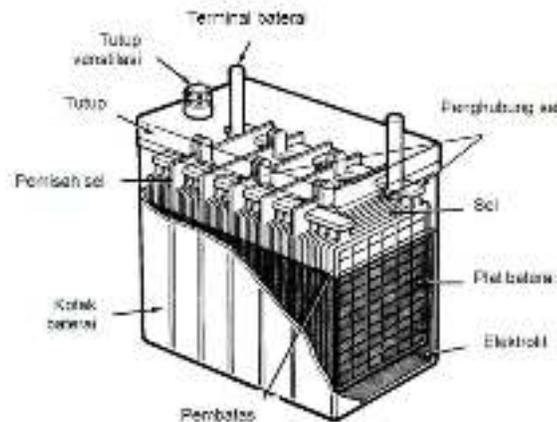
2.4 *Accu*

Akumulator (*accu*) adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi (Suriansyah, 2014). Contoh-contoh akumulator adalah baterai dan kapasitor.

Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai *accu* atau *accu*) hanya dimengerti sebagai “baterai” mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dan lain - lain.

Dalam standar internasional setiap satu cell akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt. Sehingga *accu* 12 volt, memiliki 6 cell sedangkan *accu* 24 volt memiliki 12 cell.

Bagian bagian dari *Accu* dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Bagian – Bagian *Accu*
(Kitapunya, 2015)

Accu merupakan sel yang banyak kita jumpai karena banyak digunakan pada sepeda motor maupun mobil. *Accu* termasuk sel sekunder, karena selain menghasilkan arus listrik, *accu* juga dapat diisi arus listrik kembali. Secara sederhana *accu* merupakan sel yang terdiri dari elektrode Pb sebagai anode dan PbO₂ sebagai katode dengan elektrolit H₂SO₄.

2.4.1 Perhitungan Lama Accu Dapat Mem-*backup* Beban

Rumus dasar :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(1)$$

$$V = P/I \dots\dots\dots(2)$$

$$I = P/V \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

I = Kuat Arus (Ampere)

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

Misalnya :

- Beban 50 Watt.

- Accu yang digunakan 12 V/50 Ah.

Maka didapat :

$$I = 50 \text{ W} / 12 \text{ V} = 4,167 \text{ Ampere}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian} &= 50 \text{ Ah} / 4,167 \text{ A} = 11,99 \text{ jam} - \text{dieffisiensi Accu sebesar } 20 \% \\ &= 11,99 \text{ jam} - 2,398 \text{ jam} \\ &= 9,592 \text{ Jam (9 Jam 35 Menit 31,2 Detik)} \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Lama ketahanan accu ditentukan oleh besarnya Kapasitas Ampere accu dan besarnya watt beban.

2.4.2 Perhitungan Waktu Pengisian Accu

Untuk menghitung waktu pengisian Aki beberapa hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

Misalnya :

1. Voltase Aki 12 Volt.
2. Tentukan berapa banyak aki yang akan diisi ulang, 2 buah misalnya.
3. Berapa kapasitas aki (berapa Ah), misalnya hanya 1 aki 50 Ah
4. Berapa lama waktu pengisian yang dibutuhkan ? (misalnya 2 jam)

$$I = \text{Kapasitas} / \text{waktu} \dots\dots\dots(1)$$

$$I = 50\text{Ah} / 2 \text{ jam} = 25 \text{ Ampere}$$

NB : Tambahkan 20% untuk diefisiensi aki, Kuat Arus yang dibutuhkan untuk pengisian 2 jam :

$$\text{Kuat arus} = I + 20\% \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Kuat arus} = 25 \text{ Ampere} + 20\%$$

$$= 30 \text{ Ampere.}$$

Berapa watt charger yang dibutuhkan untuk mengisi aki 50 Ah selama 2 jam :
Diketahui tegangan standart charger Aki = 13,8 Volt

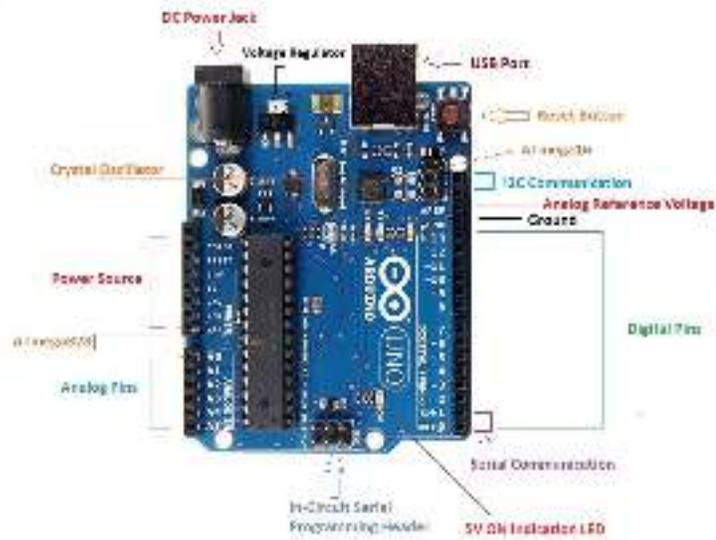
$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \dots\dots\dots(3) \\
 &= 13.8 \text{ Volt} \times 30 \text{ Ampere} \\
 &= 414 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Berarti yang dibutuhkan untuk mengisi aki dengan waktu 2 jam adalah charger dengan spesifikasi: Arus Output sebesar **30 Ampere** dan Output tegangan sebesar **13,8 Volt**.

NB : Jika arus pengisi daya accu terlalu besar maka dapat merusak accu dan terlalu kecil akan memakan waktu lebih lama untuk pengisian ulang accu.

2.5 Mikrokontroler Arduino

Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih (Juandi, 2011). Arduino UNO adalah boardberbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. Adapun bentuk dari Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut



Gambar 2.6 Board Arduino Uno

(TheEngineeringProjects, 2018)

Adapun spesifikasi dari Arduino Uno adalah sebagai berikut :

Microcontroller : ATmega328

Operating Voltage : 5V

Input Voltage (recommended) : 7-12V

Input Voltage (limits) : 6-20V

Digital I/O Pins : 14 (of which 6 provide PWM output)

Analog Input Pins : 6

DC Current per I/O Pin : 40 mA

DC Current for 3.3V Pin : 50 mA

Flash Memory : 32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader

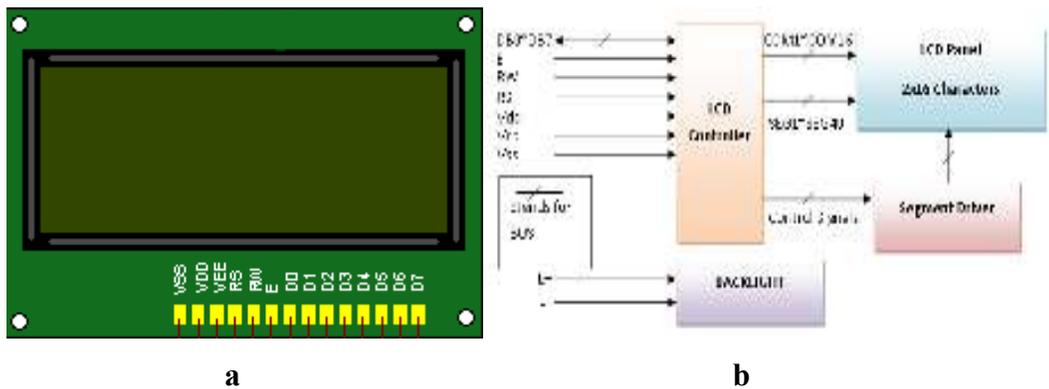
SRAM : 2 KB (ATmega328)

EEPROM : 1 KB (ATmega328)

Clock Speed 16 MHz.

2.6 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran atau angka, sehingga dapat dilihat dan diketahui melalui tampilan layar kristalnya (Budiyanto, 2012). Pada alat yang dibuat ini, digunakan LCD display 20x4 yang berfungsi sebagai indikator dari data jarak yang diukur menggunakan sensor ultrasonik. Adapun bentuk dari LCD 20x4 dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 a). Bentuk Modul LCD Display 20x4
b). Diagram LCD Display

2.6.1 Struktur Dasar LCD

Bagian-bagian LCD atau Liquid Crystal Display diantaranya adalah:

- Lapisan Terpolarisasi 1 (Polarizing Film 1)
- Elektroda Positif (Positive Electrode)
- Lapisan Kristal Cair (Liquid Cristal Layer)
- Elektroda Negatif (Negative Electrode)
- Lapisan Terpolarisasi 2 (Polarizing film 2)
- Backlight atau Cermin (Backlight or Mirror)

Susunan struktur dasar LCD dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Struktur Dasar LCD

(Teknikelektronika, 2018)

2.6.2 Prinsip Kerja LCD Display

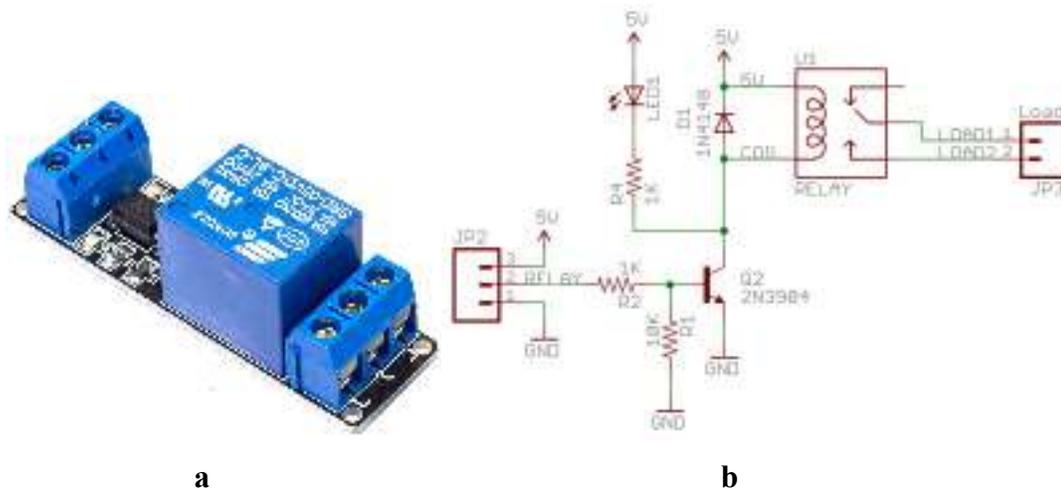
LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan (Turang, 2015).

2.7 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya (Kevin, 2017).

Suatu relay terbagi dari dua bagian, yaitu: coil dan contact. Coil adalah bagian gulungan kawat yang berfungsi untuk menerima arus listrik, sedangkan contact adalah saklar yang pergerakannya tergantung dari ada atau tidaknya arus pada coil.

Contact pada relay sendiri terdiri dari dua jenis, yakni: Normally Open contact (NO) dan Normally Closed contact (NC). Normally open contact mempunyai kondisi open pada kondisi awal (unenergized state), sedangkan normally closed contact memiliki kondisi close pada kondisi awal. Relay bekerja pada saat coil menerima arus listrik (energized). Akibat dari adanya arus listrik pada coil adalah munculnya gaya elektromagnet, yang kemudian akan menarik bagian armature yang berpegas, sehingga kontak akan bergeser (Budiarso, 2011). Adapun bentuk dari relay dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut.



a

b

Gambar 2.9 a). Modul Relay

b). Rangkaian Modul Relay 1 channel

2.8 Definisi Sensor

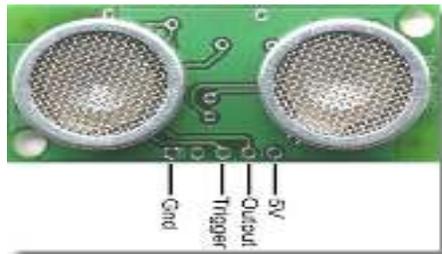
Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu (Wahyudi, 2013).

Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor suhu, sensor tekanan, dan sensor jarak.

2.9 Sensor Ultrasonik SRF04

Sensor Jarak SRF04 mampu mendeteksi jarak sekitar 300 cm. jika dibandingkan dengan sensor ultrasonik lain, seperti PING, SRF04 mempunyai kemampuan yang setara, yaitu rentang pengukuran antara 3 cm – 3 m, dan output yang sama, yaitu panjang pulsa (Indrayana, 2017).

Adapun gambar dari SRF04 dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut.



Gambar 2.10 Modul Ultrasonic SRF04

(Bozu, 2011)

Adapun spesifikasi dari ultrasonik SRF04 adalah sebagai berikut :

Tegangan kerja : 5V DC

Konsumsi arus : 30mA (max 50mA)

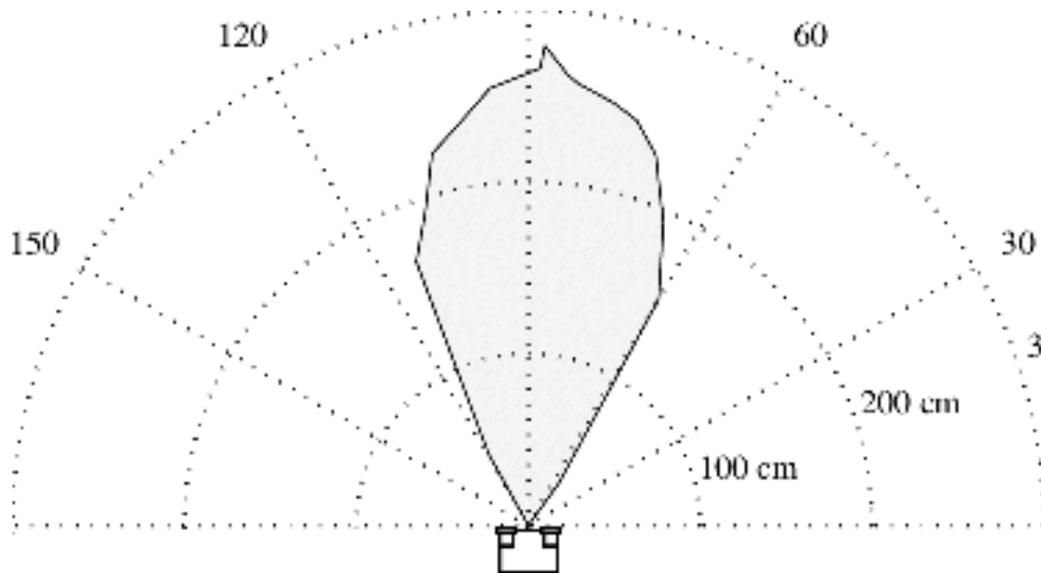
Frekuensi kerja : 40KHz

Jangkauan : 3cm - 300cm

Input trigger : 10us, level pulsa TTL

Dimensi : P x L x T (24 x 20 x 17) mm

Pola pancaran gelombang ultrasonik pada SRF04 dapat dilihat pada gambar 2.11 berikut.



Gambar 2.11 Sudut Pancaran Gelombang Ultrasonik SRF04
(Researchgate, 2006)

2.9.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.

Dalam proses pengukuran jarak antar dua permukaan benda menggunakan sensor ultrasonik, maka perlu diperhatikan beberapa faktor yang turut mempengaruhi hasil pengukuran, diantaranya kondisi cuaca, arus listrik di

sekitar tempat pengukuran, sudut pengukuran/posisi sensor terhadap objek yang diukur, dan sifat material dari objek pemantul pulsa ultrasonik (Haryani, 2016).

Murata (2010: 2) menyebutkan bahwa hasil pengukuran dengan sensor ultrasonik dipengaruhi oleh empat faktor berikut (Moniaga, 2015):

a. Panjang gelombang dan radiasi

Kecepatan gelombang bunyi di udara pada suhu 20⁰C sekitar 344 m/s yang cukup tergolong lambat. Pada kecepatan yang demikian, panjang gelombang yang dipancarkan pendek, yang berarti bahwa resolusi jarak dan arahnya lebih tinggi. Karena resolusi yang lebih tinggi, memungkinkan untuk mendapatkan tingkat akurasi yang cukup besar. Dimensi permukaan alat ultrasonic dapat dengan mudah menghasilkan penyinaran yang akurat.

b. Refleksi

Untuk mendeteksi kehadiran suatu objek, gelombang ultrasonic direfleksikan pada objek. Karena sifat material bahan berbeda beda tingkat pantulan gelombang ultrasoniknya, sehingga faktor refleksi yang dihasilkan akan mengakibatkan besarnya jumlah pulsa yang diterima oleh sensor berbeda pula.

c. Suhu

Suhu pada sistem berakibat pada cepat/lambatnya gelombang bunyi merambat di udara. Hal ini secara singkat dapat dijelaskan bahwa ketika suhu meningkat besarnya energi kinetik gas di udara pun meningkat. Dengan demikian mengakibatkan besarnya kecepatan yang merambat pada medium juga meningkat. Temperatur udara atau suhu memiliki pengaruh pada kecepatan suara di udara yang dapat diukur dengan perhitungan kecepatan sebagai berikut.

$$c = \sqrt{415,7 \cdot (\vartheta + 273)} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

ϑ = suhu dalam derajat celcius.

c = kecepatan suara.

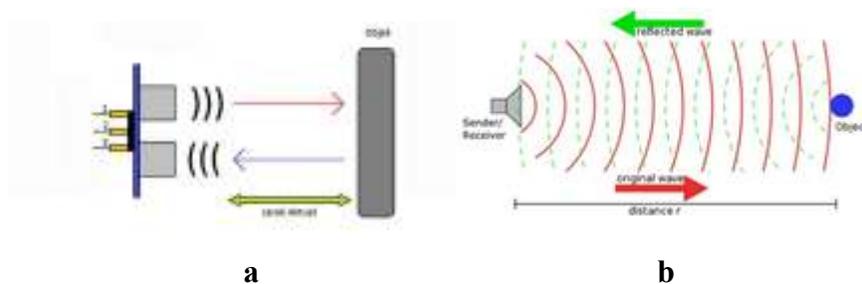
415,7 = konstanta

273 = suhu pada kondisi 0 derajat celcius yang dikonversi ke kelvin.

d. Atenuasi

Salah satu faktor yang juga mempengaruhi besarnya pengukuran jarak adalah gangguan. Besarnya gangguan yang berjalan teratenuasi sebanding dengan jarak. Hal ini diakibatkan oleh hilangnya difusi pada permukaan sferis akibat fenomena difraksi dan absorpsi.

Adapun pemodelan dari prinsip kerja sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.12 berikut.



Gambar 2.12 a). Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

b). Pantulan gelombang Sensor Ultrasonik

(Santoso, 2015)

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

- a) Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
- b) Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 344 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.
- c) Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus :

$$S = 344 \cdot t/2 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

S = Jarak antar sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul)

344 = konstanta cepat rambat gelombang bunyi di udara

t/2 = waktu yang dibagi dua

Pembagian waktu pada rumus tersebut dikarenakan adanya waktu untuk mengirim gelombang dan waktu untuk menerima gelombang yang dipantulkan tadi.