

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian pada tahun 2021 yang dilakukan oleh Erik Candra Fauzi dengan judul *Monitoring Kadar Karbon Monoksida dalam Mobil dengan Sensor MQ-9 Berbasis Arduino*, meneliti bagaimana kandungan karbon monoksida didalam mobil menggunakan sensor MQ-9, pada penelitian ini melakukan pengujian rangkaian dan didapat bahwa nilai gas karbon monoksida akan meningkat 1 ppm pada tiap menitnya. Dan presentasi *error* dari sensor yang didapat saat pengujian 40 kali yaitu 0.0795%. Adapun saran dari penelitian ini yaitu sebaiknya menggunakan sensor MQ-7 saja dikarenakan lebih banyak sumber acuan atau petunjuk dari pada MQ-9 [10].

Pada tahun 2020 dilakukan sebuah penelitian oleh Alfian Nurfauzi dengan judul *Prototype Sistem CO Detector pada Cabin Mobil* menjelaskan bagaimana penyebab gas karbon monoksida bisa masuk kedalam mobil, penyebab itu dikarenakan adanya kebocoran knalpot sehingga hasil pembakaran yang kurang sempurna dapat keluar kemudian masuk kedalam kabin melalui sistem AC (*Air Conditioner*) dan celah pada kabin yang kurang rapat. Pada penelitian ini digunakan sensor MQ-7 dikarenakan lapisan sensitif dari sensor MQ-7 terbuat dari SnO<sub>2</sub> dengan stabilitas, sehingga dapat bertahan dengan jangka yang panjang. MQ-7 dipilih karena memiliki kepekaan yang tinggi pada gas CO. Kemudian untuk mikrokontroler yang dipilih yaitu menggunakan Arduino dikarenakan pada Arduino sudah terdapat I/O, memory dan CPU, sehingga dapat memudahkan untuk pembuatan prototype CO detektor. Pada penelitian ini terdapat dua kondisi yaitu kondisi “AMAN” dan “BAHAYA”. Kondisi aman didefinisikan jika kadar karbon monoksida terdeteksi oleh sensor dibawah batas yang ditentukan, maka hal yang terjadi LED hanya akan menyala berwarna hijau. Pada kondisi bahaya didefinisikan jika kadar karbon monoksida terdeteksi oleh sensor diatas batas yang ditentukan, pada kondisi bahaya akan ada warning dari *buzzer*, diikuti dengan blower yang

menyala untuk mensirkulasi udara, dan kaca jendela akan turun secara otomatis jika dalam kondisi bahaya [11].

Pada tahun 2018 dilakukan sebuah penelitian oleh Piove Wiraguna, Dr. Ir Rendy Munadi dan Unang sunarya dengan judul Implementasi *Wireless Sensor Network* untuk *Monitoring* dan *Controlling* Gas Karbon Monoksida Pada Ruangan Tertutup. Pemantauan gas karbon monoksida dilakukan dengan koneksi wireless dengan jarak 12 meter yang menggunakan dua protokol yaitu MQTT dan HTTP. Pada pengujian ketika jarak node yang terhubung menjauhi koordinator, delay yang dihasilkan akan semakin besar daripada delay sensor node. Pada saat menggunakan protokol MQTT kualitas yang dihasilkan lebih baik daripada menggunakan protokol HTTP. Pada penelitian ini penggunaan protokol MQTT lebih baik daripada protokol HTTP karena MQTT hanya melakukan proses koneksi diawal sehingga membuat delay lebih kecil daripada HTTP. Sedangkan HTTP akan selalu melakukan proses koneksi setiap pengiriman data sehingga delay yang dihasilkan akan lebih besar. [12].

Pada tahun 2018 dilakukan sebuah penelitian oleh Ervan Maroni dengan judul *Prototype* Sistem Kontrol Otomatis Kadar Karbon Monoksida di dalam Ruang Parkir *Basement* menjelaskan bahwa pada area *basement* terjadi penumpukan gas karbon monoksida dikarenakan peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang parkir. Kadar gas karbon monoksida yang menumpuk akan sangat bahaya bagi kesehatan pengguna maupun petugas parkir. Pada prototype yang dirancang oleh Ervan alat akan bekerja setelah mendapatkan data dari sensor MQ-7 kemudian akan diteruskan kepada mikrokontroller arduino lalu mikrokontroller akan memberi inputan kepada LCD, buzzer dan LED lalu data akan dikirimkan menggunakan pesan sms ke database kemudian akan ditampilkan kedalam grafik garis dan pesan sms ke telepon. Untuk laporan sms dari sistem user memerlukan sms *request* yang dapat dilakukan secara berkala antara 10 sampai 15 menit. Ketika sistem mengirim sms ke telepon user, maka sistem juga mengirimkan kepada modem GSM untuk ditampilkan kedalam grafik [13].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Kristinanti Charisma, Erfan Rohadi, Rosa Andrie Asmara, dan Adimas Ketut Nalendra pada tahun 2022 yang berjudul Rancang Bangun Alat Monitoring Co dan Suhu Dalam Kabin Mobil Berbasis

Notifikasi Telegram. Pada perancangan alat monitoring karbon monoksida dan suhu menggunakan dua sensor yaitu sensor DHT-22 dan MQ-7 yang nantinya kedua sensor akan diproses pada Arduino Uno dan memanfaatkan ESP32 yang memiliki modul *wifi* untuk mengirimkan notifikasi pada telegram. Pada penelitian ini dilakukan dua percobaan, yang pertama yaitu uji coba dengan tanpa menyalakan AC mobil, pada percobaan pertama ini menghasilkan suhu 31° dan karbon monoksida 10ppm. Pada percobaan kedua dengan menyalakan AC menghasilkan suhu 25° dan karbon monoksida 4ppm. Pada penelitian ini diberikan batasan 8ppm untuk memberikan notifikasi yang terkirim pada telegram. Kesimpulan pada penelitian ini yaitu alat pendeteksi kadar karbon monoksida dan suhu sudah dapat mengirimkan data yang dibaca dari sensor tentang kondisi udara dalam mobil sehingga dapat meminimalkan resiko keracunan [14].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nizirwan Anwar, Rizki Reza Saputra dan Arief Ichwani pada tahun 2022 dengan judul *Internet Of Things Monitoring Sistem Deteksi Gas Carbon Monoksida (CO) Pada Kabin Mobil*. Pada penelitian ini menggunakan metode analisis PIECES (*Performance, Information, Economic, Control, Efficiency & Service*) yang digunakan untuk menganalisa *prototype* sistem monitoring dan deteksi gas CO pada kabin mobil, dengan menganalisa menggunakan metode PIECES dapat memudahkan untuk membantu dan membuat *prototype* sistem monitoring dan deteksi gas CO. Pada *prototype* yang dibuat menggunakan mikrokontroler ESP32 karena pada mikrokontroler tersebut sudah terdapat modul *wifi* yang digunakan untuk mengirim data secara *online* dan sensor yang digunakan yaitu sensor MQ-7. Untuk cara kerja alat yaitu jika sensor telah mendeteksi gas CO sebesar 35ppm maka *buzzer* akan menyala dan *power window* akan terbuka untuk memberikan sirkulasi udara bersih dan menetralkan udara dalam kabin mobil. Pada pengujian *prototype* dilakukan sebanyak 5 kali untuk mengetahui apakah alat sudah sesuai dengan kondisi yang diinginkan dengan hasil ppm sebesar 60ppm, 65ppm, 62ppm, 59ppm dan 58ppm. Pada kelima pengujian tersebut semua output yang diinginkan sudah berhasil menyala. Kesimpulan dari penelitian tersebut yaitu *prototype* yang dibuat yaitu sensor MQ-7 sudah dapat membaca nilai CO dengan baik dan alat dapat mengirimkan data pembacaan sensor ke *firebase* untuk dapat dimonitoring secara *realtime* [15].

Tabel 2.1 Kajian Pustaka Peneliti Sebelumnya.

Penulis	Sensor	Mikrokontroler	Metode	Tahun
Piove Wiraguna, Dr. Ir Rendy Munadi, MT., Unang Sunarya, ST., MT.	MQ-7	NodeMCU 8266	-	2018
Erik Candra Fauzi, Deden Wahiddin, Dwi Sulistyia Kusumaningrum	MQ-9	Arduino	-	2021
Ervan Maroni	MQ-7	Arduino R3	-	2018
Alfian Nurfauzi	MQ-7	Arduino UNO	-	2020
Kristinanti Charisma, Erfan Rohadi, Rosa Andrie Asmara, Adimas Ketut Nalendra	MQ-7, DHT 22	Arduino Uno dan ESP32	-	2022
Nizirwan Anwar, Rizki Reza Saputra, Arief Ichwani	MQ-7	ESP32	PIECES	2022
Ghifar Wahdan	MQ-7	ESP32	Tabel Keputusan	2023

## 2.2 DASAR TEORI

### 2.2.1 Karbon Monoksida

Karbon monoksida dengan nama kimia CO, merupakan gas berbahaya yang tercipta dari sisa pembakaran yang tidak sempurna terhadap senyawa karbon atau komponen yang mengandung karbon. CO memiliki sifat yang tidak beraroma, tidak berbentuk, tidak berasa dan tidak mudah larut pada air. Gas CO akan sangat berbahaya jika dihirup oleh manusia, karena CO akan mudah memasuki aliran darah lalu bercampur dengan *hemoglobin* dan mengganggu oksigen dalam peredaran darah. Paparan CO dapat menyebabkan kerusakan sistem saraf, jantung dan jaringan otak [9].

Konsentrasi gas CO di udara sekitar dan lamanya terhirup menentukan tingkat timbulnya gejala dan kematian. Merujuk dari WHO (*World Health Organization*) paparan gas CO dengan konsentrasi tertentu dapat menimbulkan efek dalam jangka 10 menit, 15 menit, 1 jam dan 8 jam. Efek yang ditimbulkan jika terkena paparan gas CO lebih dari konsentrasi yang ditentukan dapat menimbulkan gangguan, seperti : kegagalan sistem hematologi, kardiologi, neurologi dan respirologi [16].

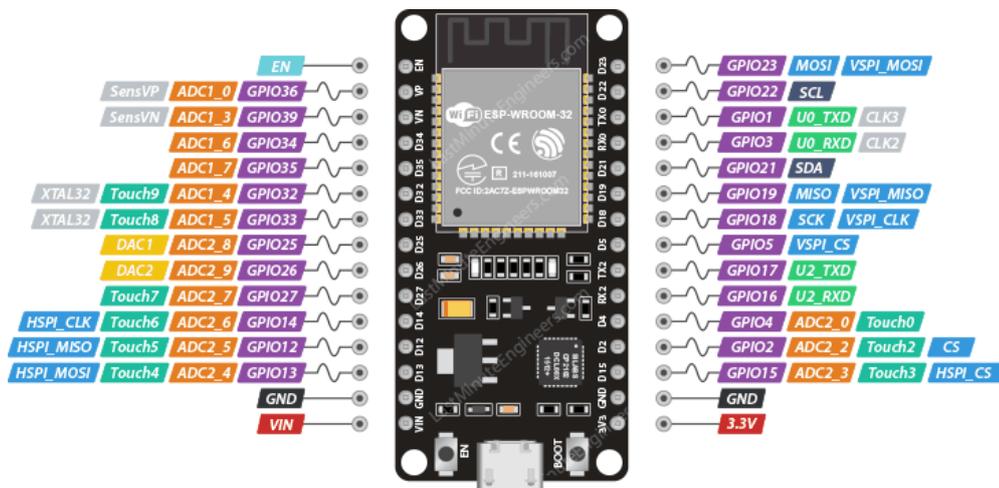
**Tabel 2.2 Efek Paparan Gas CO [16].**

CO (ppm)	COHb (%)	Gejala dan Efek
10	2	Tidak ada efek
70	10	Sulit bernafas jika pada aktifitas berat, pusing ringan, pelebaran pembuluh darah kulit
120	20	Sulit bernafas saat beraktifitas, sakit kepala diikuti dengan denyutan pada pelipis, lemas
220	30	Pengelihatan menjadi buram, mudah lelah, sakit kepala, sulit berfikir
350-520	40-50	Sakit kepala, sulit menggerakkan badan, pingsan
800-1220	60-70	Tidak sadarkan diri, kejang, gagal nafas, kematian jika terus menerus menghirup CO
1950	80	Fatal

Tabel 2.2 merupakan efek paparan gas karbon monoksida jika karbon monoksida terhirup oleh manusia, karbon monoksida akan memiliki gejala dan efek jika terhirup pada 70ppm.

### 2.2.2 ESP32

ESP32 yaitu mikrokontroler penerus dari ESP8266 yang dikenalkan oleh *Espressif System*. Mikrokontroler ESP32 sudah dibekali dengan modul *bluetooth* 2,4GHz dan WiFi sehingga mendukung untuk perancangan konsep *Internet of Things*. Pada ESP32 mempunyai pin *input* dan *output* yang dapat digunakan untuk menghidupkan LCD, motor DC, lampu dan lainnya [17].



**Gambar 2.1 Pin Input Output ESP32 [17].**

**Tabel 2.3 Perbedaan ESP32 dibandingkan Mikrokontroler Lainnya [18].**

Spesifikasi	Mikrokontroler		
	Arduino Uno	ESP 8266	ESP 32
Daya	5V	3.3V	3.3V
CPU	Atmega328 – 16 MHz	Xtensa <i>single core</i> L106 – 60 Mhz	Xtensa <i>dual core</i> LX6 – 160 MHz
Arsitektur	8 bit	32 bit	32 bit
Flash Memory	32 kB	16 MB	16 MB
SRAM	2 kB	160 kB	512 kB
GPIO PIN (DAC/ADC)	14 (6/-)	17 (1/-)	36 (18/2)
Bluetooth	Tidak ada	Tidak ada	Ada
WiFi	Tidak ada	Ada	Ada
SPI/I2C/UART	1/1/1	2/1/2	4/2/2

Berdasarkan tabel 2.3, banyak keunggulan dari mikrokontroler ESP32 mulai dari daya yang digunakan lebih rendah, pin *input output* lebih banyak, memori yang lebih besar, tersedia *bluetooth* dan *WiFi* yang digunakan untuk merancang sistem *Internet of Things* [18].

### 2.2.3 MQ-7

MQ-7 ialah sensor yang dapat mendeteksi gas karbon monoksida, sensor MQ-7 mempunyai *delay* dan sensitifitas yang tinggi dan output yang dikeluarkan oleh sensor MQ-7 yaitu sinyal analog. Sensor ini dapat mendeteksi nilai CO pada udara dengan rentang fungsi 20-2000ppm. Sensor MQ-7 memiliki nilai  $R_s$  (resistansi sensor) yang akan berganti jika menangkap gas, nilai  $R_s$  akan semakin kecil jika sensor mendeteksi adanya karbon monoksida dan pemanas yang dapat digunakan untuk membersihkan sensor [19].



**Gambar 2.2 Sensor MQ-7 [20].**

Untuk rincian pada sensor MQ-7 yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.4 dibawah.

**Tabel 2.4 Rincian Sensor MQ-7 [20].**

<b>Rincian</b>	<b>Keterangan</b>
Jenis Gas	Karbon Monoksida (CO)
Rentang gas terukur	20 – 2000 ppm
Suhu kerja	-20° - 50°C
Tegangan	5 V
<i>Output</i>	Analog

**Tabel 2.5 Standar Kondisi Kerja Sensor MQ-7 [20].**

<b>Symbol</b>	<b>Parameter Name</b>	<b>Technical Condition</b>	<b>Remark</b>
V <sub>C</sub>	<i>Circuit Voltage</i>	5V ± 0.1	<i>Ac or Dc</i>
V <sub>H</sub> (H)	<i>Heating Voltage (High)</i>	5V ± 0.1	<i>Ac or Dc</i>
V <sub>H</sub> (L)	<i>Heating Voltage (Low)</i>	1.4V ± 0.1	<i>Ac or Dc</i>
R <sub>L</sub>	<i>Load Resistance</i>	<i>Can Adjust</i>	
R <sub>H</sub>	<i>Heating Resistance</i>	33Ω ± 0.1	<i>Room Temperature</i>
T <sub>H</sub> (H)	<i>Heating Time (High)</i>	60 ± 1 Seconds	
T <sub>H</sub> (L)	<i>Heating Time (Low)</i>	90 ± 1 Seconds	
P <sub>H</sub>	<i>Heating Consumption</i>	<i>About 350mW</i>	

**Tabel 2.6 Kondisi Lingkungan Sensor MQ-7 [20].**

<b>Symbol</b>	<b>Parameter Name</b>	<b>Technical Condition</b>	<b>Remark</b>
T <sub>ao</sub>	<i>Using Temperature</i>	-20°C-50°C	
T <sub>as</sub>	<i>Storage Temperature</i>	-20°C-50°C	<i>Advice Using Scope</i>
R <sub>H</sub> (L)	<i>Relative Humidity</i>	<i>Less than 95% RH</i>	
O <sub>2</sub>	<i>Oxygen Concentration</i>	21% (Stand Condition) <i>the oxygen concentration can affect the sensitivity characteristic</i>	<i>Minimum Value is Over 2%</i>

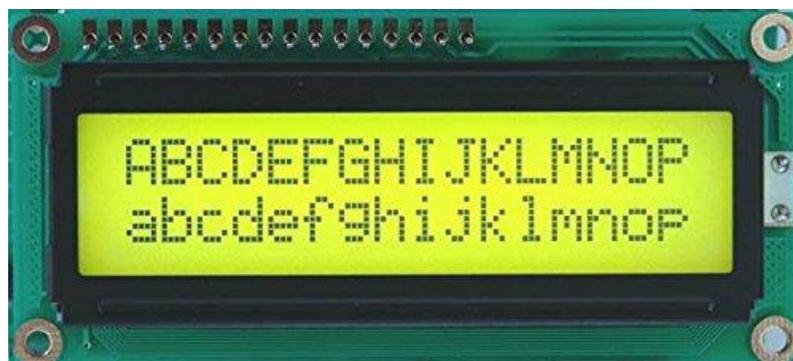
**Tabel 2.7 Karakteristik Sensivitas Sensor MQ-7 [20].**

<b>Symbol</b>	<b>Parameter Name</b>	<b>Technical Condition</b>	<b>Remark</b>
R <sub>s</sub>	<i>Surface Resistance of Sensitive Body</i>	2-20k	<i>In 100ppm Carbon Monoxide</i>

<i>Symbol</i>	<i>Parameter Name</i>	<i>Technical Condition</i>	<i>Remark</i>
<i>a</i> (300/100ppm)	<i>Concentration Slope Rate</i>	-20°C-50°C	<i>Advice Using Scope</i>
<i>Standard Working Condition</i>	<i>Temperature -20°C ± 2°C Relative Humidity 65% ± 5% RL: 10K Ω ± 5%</i>		
	<i>V<sub>C</sub> : 5V ± 0.1 V<sub>H</sub> : 5V ± 0.1 V<sub>L</sub> : 1.4V ± 0.1</i>		
<i>Preheat Time</i>	<i>No less than 48 hours</i>	<i>Detecting range: 20ppm – 2000ppm carbon monoxide</i>	

#### 2.2.4 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) yaitu tampilan elektronik yang dihasilkan dengan menggunakan teknologi logika CMOS yang bekerja dengan cara memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya ke arah depan. Panel LCD berperan dalam menampilkan informasi dalam wujud huruf, bilangan, karakter atau grafik. Layar LCD terdiri dari lapisan kombinasi bahan organik di antara panel kaca transparan dan elektroda transparan inidum oksida dalam bentuk *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Pada lapisan *sandwich* terdapat polarizer cahaya lurus dan mendatar yang diikuti oleh lapisan reflektor, sehingga sinar yang dipantulkan tidak bisa melalui molekul dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap membentuk karakter data yang akan ditampilkan [21].

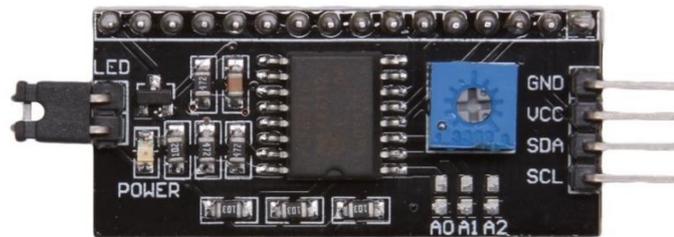


Gambar 2.3 LCD 16x2 [21].

### 2.2.5 Modul I2C LCD

I2C LCD ialah modul yang dikontrol secara serial langsung dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*). Modul LCD biasanya digerakan dengan cara sejajar untuk jalur data dan kontrol. Namun pada jalur sejajar bakal menggunakan banyak pin pada mikrokontroler. Dengan menggunakan modul I2C pin yang digunakan akan diringkas menjadi hanya 4 pin saja [22].

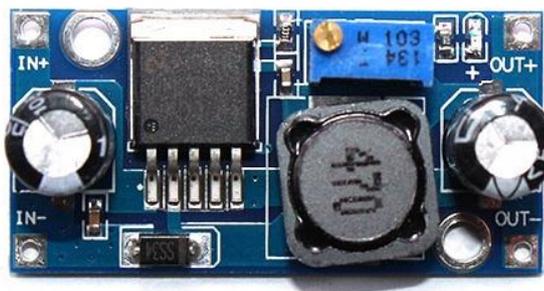
1. GND : disambungkan ke GND ESP32
2. VCC : disambungkan ke 3.3V ESP32
3. SDA : yaitu I2C data yang disambungkan ke pin D22.
4. SCL : yaitu I2C clock yang disambungkan ke pin D21.



Gambar 2.4 Modul I2C [22].

### 2.2.6 Step Down LM2596

LM2596 merupakan konverter untuk menurunkan tegangan DC ke DC yang dapat disesuaikan. Rentang tegangan *input* yang dimiliki berkisar antara 3V-40V dengan *output* 1.5V-35V. Batas arus maksimum mencapai 3A dengan proteksi *short*. Pada seri LM2596 beroperasi pada frekuensi 150 kHz, sehingga dapat memungkinkan filter berukuran lebih kecil dari komponen yang dibutuhkan [23].



Gambar 2. 5 Modul *step down* LM2596 [23].

### 2.2.7 LED (*Light Emitting Diode*)

LED (*Light Emitting Diode*) merupakan komponen pemancar cahaya. LED memiliki struktur yang mirip dengan dioda yang merupakan semikonduktor. LED dirancang agar lebih efisien dalam memancarkan cahaya, untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor digunakan bahan seperti *gallium*, *phosphorus* dan *arsenic*. Jenis bahan yang berbeda akan menghasilkan warna yang berbeda juga.

LED mempunyai kutub positif-negatif yang akan menyala jika diberikan arus maju, tiap warna pada LED memiliki batas tegangan maju yang berbeda beda. LED memiliki keistimewaan sendiri yaitu dapat memancarkan cahaya dan tidak memancarkan sinar infra merah [24].



**Gambar 2.6** LED [24].

### 2.2.8 SIM 800L

Sim 800L yaitu modul yang digunakan untuk mengirim data, mengolah SMS dan telepon dengan memakai mikrokontroler. SIM 800L merupakan modem GSM/GPRS yang memiliki 4 (empat) frekuensi yang digunakan yaitu 850, 900, 1800 dan 1900 MHz. Untuk teknologi GPRS (*General Packet Radio Service*) yang digunakan, SIM 800L mempunyai teknologi *multi slot class 12/10* dan *support* skema kode GPRS CS1-CS4 [25].

Komunikasi pada SIM 800L menggunakan komunikasi Serial USART. Komunikasi Serial USART merupakan protokol komunikasi dua arah yang memiliki transmisi data secara sinkronus maupun asinkronus, sehingga USART tentu dapat bekerja dengan UART. Perbedaan pada sinkronus dan asinkronus

terletak pada sumber *clock* saja. Jika sinkronus sekedar memiliki sumber *clock* yang digunakan secara serentak, pada asinkronus memiliki *clock* sendiri sendiri pada *peripheralnya*. Dengan itu maka untuk mode sinkronus membutuhkan 3 pin yaitu TXD, RXD dan XCK. Untuk mode asinkronus hanya memerlukan 2 pin yang biasa digunakan yaitu TXD dan RXD [26].



**Gambar 2.8 SIM 800L [25].**

### 2.2.9 Buzzer

*Buzzer* merupakan komponen elektronik yang bekerja dengan merubah getaran listrik menjadi getaran suara. Komponen *buzzer* terbuat dari kumparan yang melekat pada diafragma, kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, karena kumparan tersebut melekat pada diafragma maka terjadi getaran pada kumparan, sehingga getaran pada kumparan dapat menciptakan suara dari udara yang ada. Penggunaan *buzzer* biasanya menjadi indikator kesalahan pada sebuah alat atau proses yang dikerjakan telah [27].



**Gambar 2.7 Buzzer[27].**

### 2.2.10 Akurasi

Pengukuran merupakan cara untuk memperoleh informasi tentang besaran tertentu, seperti suhu, tekanan atau tegangan. Untuk mendapatkan informasi tersebut maka diperlukan alat ukur, misalnya untuk mengetahui panjang suatu benda dapat menggunakan penggaris atau *roll meter*. Suatu alat ukur dikatakan akurat jika hasil pengukuran mendekati dengan nilai sebenarnya. Akurasi menjelaskan seberapa baik pengukuran yang dilakukan dibandingkan dengan pengukuran standar. Oleh karena itu semakin dekat nilai pengukuran maka tingkat akurasinya akan semakin tinggi. Untuk menghitung akurasi diperlukan nilai *error* dari sebuah pengukuran. *Error* merupakan perbedaan nilai sebenarnya dengan nilai terukur. Untuk mencari nilai *error* digunakan rumus :

$$\% \text{ Error} = \frac{|\text{Nilai sensor} - \text{Nilai Acuan}|}{\text{Nilai Acuan}} \times 100 \quad (1)$$

Setelah mengetahui nilai *error* dari suatu alat ukur maka dapat mengetahui juga nilai akurasi dari sebuah pengukuran dengan rumus:

$$\% \text{ Akurasi} = 100\% - \text{Error} (\%) [28]. \quad (2)$$

### 2.2.11 Tabel Keputusan

Tabel keputusan merupakan metode yang dapat membantu pengambilan keputusan dalam kondisi yang kompleks atau rumit. Tabel keputusan terdiri dari 4 (empat) bagian yaitu *Condition Stub*, *Condition Entry*, *Action Stub*, dan *Action Entry*. [29].

**Tabel 2.8 Contoh Tabel Keputusan**

	<i>Rules</i>					
	1	2	3	4	...	N
<i>Condition Stub</i>			<i>Condition Entry</i>			

<i>Action Stub</i>			<i>Action Entry</i>		

Pada tabel 2.8 merupakan contoh dari tabel keputusan. *Condition sub* yaitu bagian yang berisi kondisi yang akan dikerjakan sedangkan *condition entry* yaitu bagian yang berisi kemungkinan dari kondisi yang dikerjakan. Kondisi yang dipilih memiliki dua kemungkinan, yaitu terpenuhi (dilambangkan dengan huruf "Y") dan tidak terpenuhi (dilambangkan dengan huruf "N"). Jika ada satu atau lebih kondisi yang dipilih maka akan terdapat 2x kemungkinan kejadian. Pada bagian *action stub* berisi pernyataan yang akan dijalankan terlepas dari kondisi yang diseleksi terpenuhi maupun tidak terpenuhi. Sedangkan pada tahap *action entry* digunakan untuk menunjukkan tindakan apa yang akan harus dikerjakan dan mana yang tidak perlu dikerjakan.