

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor

Sensor merupakan komponen yang berfungsi untuk mendeteksi atau mengukur dari sebuah objek yang di teliti, yang di gunakan di berbagai alat. Yang mengubah sebuah besaran fisis menjadi suatu sinyal listrik. Saat ini sensor dibuat dengan ukuran yang sangat kecil agar memudahkan dalam pemakaian dan menghemat dalam segi energi. Sensor merupakan bagian dari transduser yang berfungsi untuk “merasakan dan menangkap” adanya perubahan dari suatu energi eksternal yang masuk ke dalam bagian input bagian converter dari transduser untuk diubah menjadi energi listrik (Rusmandi Dedi. 2001, 143). Sensor umumnya dikategorikan menurut objek yang diukur dan memiliki peranan penting, baik dalam proses monitoring maupun proses lainnya. Dalam hal ini sensor di gunakan untuk monitoring perubahan kadar ppm gas Elpiji dalam suatu ruangan.

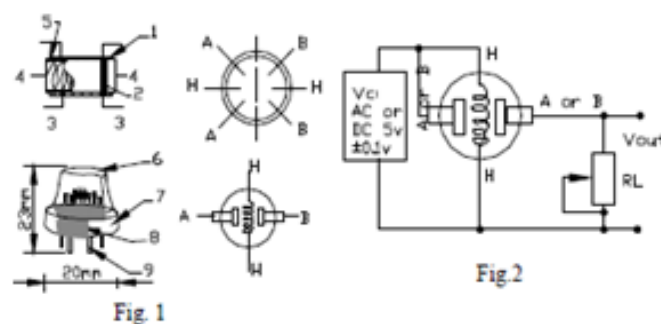
2.1.1 Sensor MQ-6

Sensor MQ-6 merupakan sensor umum yang digunakan untuk mendeteksi adanya kebocoran gas. Sensor gas Elpiji merupakan sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas Elpiji, melalui keberadaan senyawa *propane* dan *butane* yang terdapat dalam gas Elpiji. Keluaran yang dihasilkan oleh sensor ini adalah berupa sinyal analog dan digital. Sensor ini juga membutuhkan tegangan *Direct Current* (DC) sebesar 5 Volt. Memiliki sensitivitas yang tinggi dan waktu respon yang cepat dalam mendeteksi gas Elpiji. Pada gambar 2.1 adalah bentuk fisik sensor MQ-6



Gambar 2.1 Sensor MQ-6
(Sumber : <http://www.rajguruelectronics.com>)

Sensor MQ-6 yang sangat peka terhadap gas Elpiji dibandingkan dengan gas-gas lainnya seperti CO, alkohol, metana, dan asap rokok. Di dalam sensor ini terdapat resistansi sensor yang dapat berubah bila terkena suatu gas dan juga sebuah pemanas yang digunakan sebagai pembersihan ruangan sensor dari kontaminasi luar. *Output* dari sensor tersebut akan dihubungkan ke *Analog to Digital Converter* (ADC), sehingga keluaran tersebut di tampilkan dalam bentuk digital.



Gambar 2.2 Struktur dari sensor MQ-6

(sumber : <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-6.pdf>)

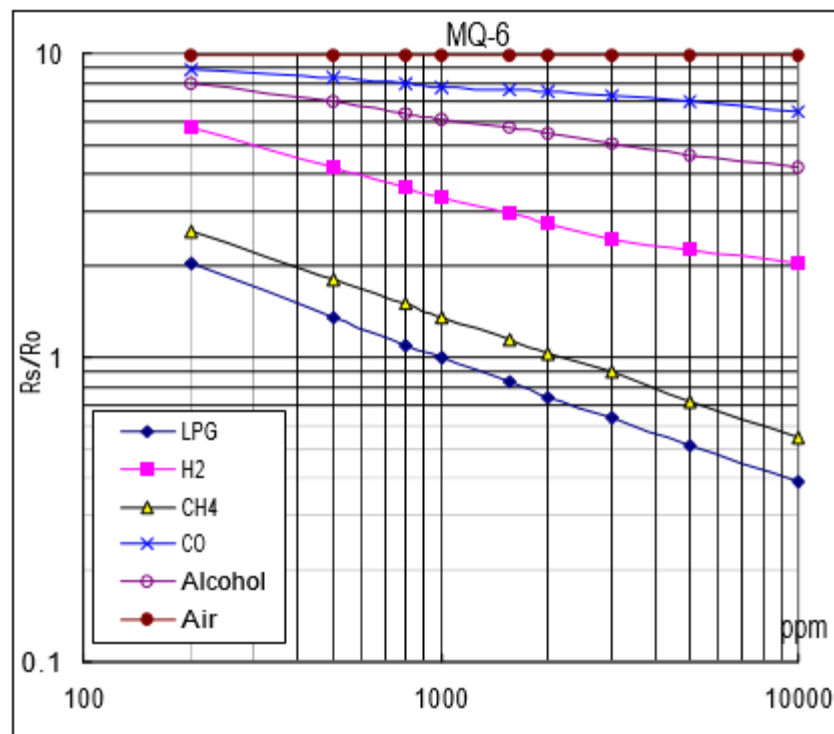
Dari gambar 2.2 Sensor MQ-6 mempunyai 6 pin, 4 diantaranya digunakan untuk menangkap sinyal, dan 2 yang lain untuk aliran pemanas. Pencium utama untuk rangkaian pendeteksi gas ini adalah sebuah sensor MQ-6 yang didalamnya terdapat kawat pemanas (*heater*) dari bahan nichrome yang berbentuk maniatur.

Tabel 2.1 tabel bagian dan komponen dasar dari sensor MQ-6

	Parts	Materials
1	Gas sensing layer	SnO ₂
2	Electrode	Au
3	Electrode line	Pt
4	Heater coil	Ni-Cr alloy
5	Tubular ceramic	Al ₂ O ₃
6	Anti Explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7	Clamp ring	Copper plating Ni

	Parts	Materials
8	Resin base	Bakelite
9	Tube Pin	Copper Plating Ni

Berikut merupakan karakteristik sensitifitas dari sensor MQ-6 untuk berbagai macam gas seperti LPG, H₂, CH₄, CO, Alkohol dan udara bersih pada keadaan pengukuran standar.



Gambar 2.3 Karakteristik Sensitifitas dari sensor MQ-6

Dari gambar grafik di atas dapat menunjukkan bahwa kontaminasi Gas Elpiji pada sensor maka akan lebih sensitive sensor tersebut. Dari 6 sampel yang terdeteksi terbukti bahwa MQ-6 baik digunakan untuk mendeteksi gas Elpiji.

Mengacu pada *datasheet* yang ada di bagian lampiran, sensor MQ-6 ini memiliki rentang deteksi dari 200 sampai 10000 ppm. Sensor tersebut mulai mendeteksi dari nilai 200 ppm, berarti ada 9800 ppm yang bisa di deteksi oleh sensor tersebut dengan 200 ppm sebagai Nol nya. Jika di buat dalam tingkat persentase maka 9800 di bagi 100 % yang di dapat adalah 0 sampai 98 ppm di anggap 1 persennya.

Lalu jika diukur tegangan *output* maksimal dari sensor tersebut 5 Volt dengan toleransi 5%, berarti nilai Tegangan *output* maksimal tersebut bisa mencapai nilai Tegangan *Input*. Dari hal di atas perhitungan di ataslah kita bisa mengambil sebuah persamaan sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{\text{Persentase di LCD}}{100} V_{in}$$

dimana :

V_{out} = Tegangan *output* sensor (V)

V_{in} = Tegangan *Input* sensor (V)

Sensor gas MQ-6 ini akan di rancang dengan pin tegangan *output* akan di hubungkan ke pin Analog (A0) pada papan *Arduino* nantinya, dan juga suplai untuk sensor ini akan di berikan melalui pin VCC dan GND pada *Arduino* juga.

Prinsip Kerja sensor MQ-6 ini adalah sebagai berikut:

Jika molekul gas menyentuh permukaan lapisan sensitive SnO₂, maka satuan resistansi dari kawat pemanas (*heater*) akan mengecil sesuai dengan konsentrasi gas. Sebaliknya, jika konsentrasi gas menurun akan menyebabkan semakin tingginya resistansi kawat pemanas (*heater*) sehingga tegangan keluarannya akan menurun. Dengan demikian perubahan konsentrasi gas dapat mengubah nilai resistansi sensor dan juga akan mempengaruhi tegangan keluarannya juga, perbedaan inilah yang dijadikan acuan bagi pendeteksi berbahaya ini.

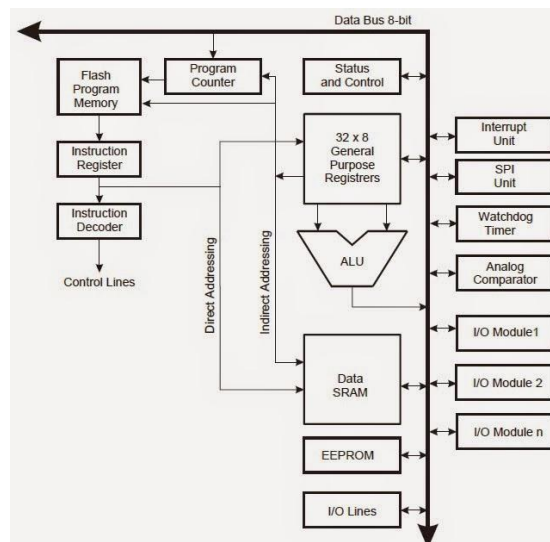
2.1.2 Gas Elpiji

Gas Elpiji merupakan akronim dari bahasa inggris yaitu LPG (*Liquified Petroleum Gas*) yang berarti “gas minyak bumi yang dicarikan”, adalah campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair. Gas Elpiji Komponennya didominasi propanan (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀). Itu juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C₂H₆) dan pentana (C₅H₁₂).

Salah satu resiko penggunaan Gas Elpiji adalah terjadinya kebocoran pada tabung atau instalasi gas sehingga bila terkena api dapat menyebabkan kebakaran. Pada awalnya, gas Elpiji tidak berbau, tapi bila demikian akan sulit dideteksi apabila terjadi kebocoran pada tabung gas. Menyadari itu Pertamina menambahkan Gas Mercaptan, yaitu gas yang baunya khas dan menusuk hidung. Gas Elpiji tersebut di beri campuran ethyl atau butyl mercaptan sebanyak 50/100 AG. Langkah itu di nilai sangat berguna untuk mendeteksi bila terjadi kebocoran tabung gas. Tekanan gas Elpiji cukup besar, sehingga kebocoran gas Elpiji akan membentuk gas secara cepat dan mengubah volumenya menjadi lebih besar.

2.2 Mikrokontroler ATMEGA328

Mikrokontroler Atmega328 digunakan pada *arduino* UNO sebagai otak untuk mengendalikan perangkat elektronik yang kan dirancang. Atmega328 itu sendiri diproduksi oleh ATMEL yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) dimana arsitektur RISC ini adalah suatu arsitektur yang memiliki instruksi yang sederhana namun memiliki banyak fasilitas tambahan. Fitur-fitur yang terdapat pada mikrokontroler Atmega328 antara lain:

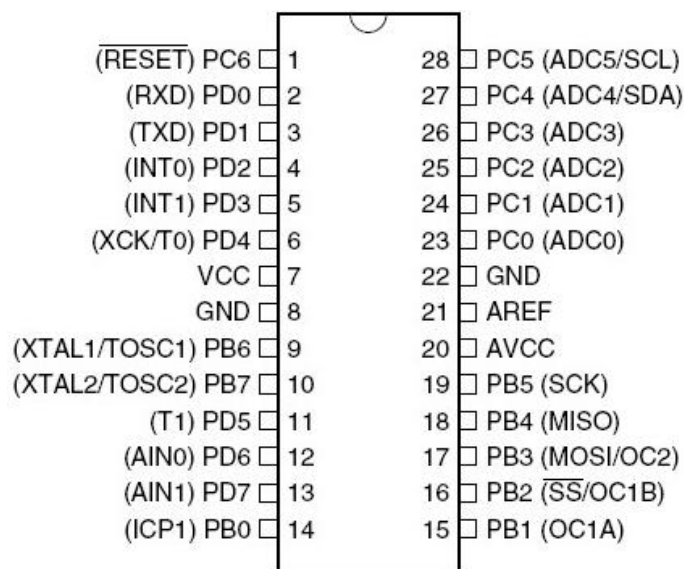


Gambar 2.4 Diagram Blok pada mikrokontroler Atmega328
(Sumber : <http://widuriold.raharja.info>)

Penjelasan diagram blok pada gambar 2.3 adalah sebagai berikut:

1. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
2. Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2KB.
3. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
4. 32 x 8-bit register serba guna.
5. Dengan clock 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
6. 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai *bootloader*.
7. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.

ATMega328 memiliki 3 buah *PORT* utama yaitu *Port B*, *Port C*, dan *Port D* dengan total pin *input/output* sebanyak 23 pin. *PORT* tersebut dapat difungsikan sebagai *input/output* digital atau difungsikan sebagai alternatif lainnya.



Gambar 2.5 Pin Mikrokontroler ATMEGA 328

(Sumber : <http://www.jasonvolk.com/wp-content/uploads/2010/04/mega328p.jpg>)

2.2.1 Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output. Selain itu *Port B* juga dapat memiliki fungsi alternatif seperti di bawah ini.

1. ICP1 (PB0), berfungsi sebagai *Timer Counter 1 input capture* pin.
2. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*).
3. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
4. Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).
5. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber *clock* external untuk *timer*.
6. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber *clock* utama mikrokontroler.

2.2.2 Port C

Port C merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output digital. Fungsi alternatif *Port C* antara lain sebagai berikut.

1. ADC6 *channel* (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital
2. I²C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada PORTC. I²C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain yang memiliki komunikasi data tipe I²C seperti sensor kompas, *accelerometer nunchuck*.

2.2.3 Port D

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai input/output. Sama seperti *Port B* dan *Port C*, *Port D* juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

1. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial,

sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.

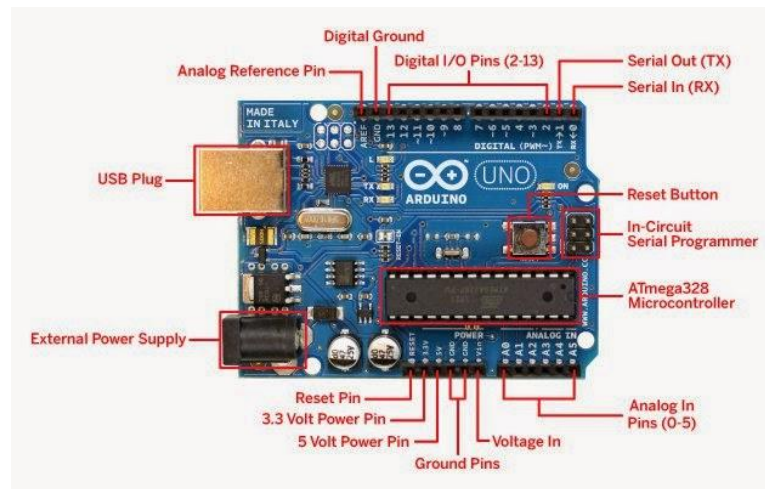
2. *Interrupt* (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi *hardware*. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
3. XCK dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan *clock* dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan *externalclock*.
4. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk *timer 1* dan *timer 0*.
5. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan *input* untuk *analog comparator*.

2.3 **Arduino UNO**

Arduino adalah sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Yang dimaksud itu adalah sebuah sistem atau perangkat fisik yang menggunakan *software* dan *hardware* yang sifatnya interaktif yaitu dapat menerima dan merespon lingkungan dengan baik. *Physical computing* merupakan satu konsep untuk memahami hubungan yang manusiawi antara lingkungan yang sifat alaminya gabungan dari sistem analog dan dunia digital. Dengan konsep tersebut maka suatu sistem dapat digunakan dalam sebuah desain alat yang menggunakan sensor dan mikrokontroler. Dan yang dimaksud dengan sifat *open source* *Arduino* dimana tidak hanya *software* saja yang *open source* namun juga *hardware* contohnya adalah kita bisa bebas mengunduh gambarnya. Membeli komponennya, Board-nya dan merangkainya tanpa harus membayar kepada para pembuat *Arduino*.

Papan *Arduino Uno* dengan spesifikasi yang standar, dilengkapi tambahan pin digital, pin analog, port serial dan sebagainya

Dengan mengambil contoh sebuah papan *Arduino tipe USB*, bagian-bagiannya dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.6 Bagian-bagian papan Arduino
(Sumber : <http://www.robotic-id.org>)

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Arduino UNO

NO	Nama	Deskripsi
1.	USB <i>Female Type-B</i>	Sebagai sumber DC 5V sekaligus untuk jalur pemrograman antara PC dan arduino
2.	<i>Barrel Jack</i>	Sebagai input sumber antara 5-12V
3.	Pin GND	Sebagai sumber pentanahan (<i>Ground</i>)
4.	Pin 5V	Sebagai Sumber tegangan 5V
5.	Pin 3,3V	Sebagai Sumber tegangan 3,3V
6.	A0-A5	Sebagai Analog <i>Input</i>
7.	2-13	Sebagai I/O digital
8.	0-1	Sebagai I/O sekaligus bisa juga sebagai Rx Tx
9.	AREF	Sebagai Analog Referensi untuk fungsi ADC
10.	Tombol <i>RESET</i>	Sebagai perintah <i>Reset</i> Arduino
11.	LED	Sebagai Indikator Daya
12.	LED Rx Tx	Sebagai Indikator Rx Tx saat pengisian program
13.	Mikrokontroler	Sebagai otak <i>arduino</i> dengan menggunakan mikrokontroler AVR Atmega328
14.	Regulator Tegangan	Berfungsi sebagai pembatas atau penurun tegangan yang masuk melalui <i>barrel jack</i> dengan tegangan maksimal input sebesar 20V.

Berikut beberapa penjelasan tentang fitur dari *Arduino*:

1. 14 pin *input/output* digital (0-13)

14 pin I/O digital berfungsi sebagai *input* atau *output*, yang dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11 dapat juga berfungsi sebagai pin analog *output* dimana tegangan *output*-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin *output* analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

2. USB

Soket USB adalah soket untuk kabel USB yang disambungkan ke komputer atau laptop. Berfungsi untuk mengirimkan program ke *Arduino* dan juga sebagai port komunikasi serial, dan memberi daya listrik kepada papan.



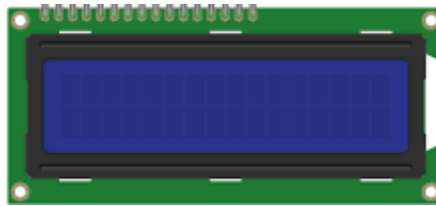
Gambar 2.7 USB B pada papan *Arduino*

2.4 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display atau sering disebut sebagai LCD adalah suatu jenis media *Display* yang menggunakan Kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan di berbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator bahkan layar sebuah computer. LCD yang digunakan dalam perancangan alat ini yaitu LCD dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Warna dari LCD bisa bermacam – macam, dimulai dari 1 warna (monokrom) sampai yang 65.000 warna. Pola LCD juga bermacam-macam, dari sebuah pola

yang membentuk karakter/teks, ada yang menampilkan gambar bahkan ada yang membentuk sebuah *display* 7 segmen (Misalnya LCD pada jam tangan).

Dalam pemakaian LCD tersebut akan menggunakan modul I2C untuk LCD 16 x 2 dengan tujuan memudahkan perancangan dan menghemat dalam kabel(*wiring*).



Gambar 2.8 bentuk fisik LCD

(Sumber : <http://skpang.co.uk/catalog/images/modtronix/display/lcd162b-yhy.jpg>)

Pada pin – pin LCD mempunyai kegunaan masing-masing, kegunaan tersebut dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3 Tabel kegunaan pin pada LCD

Pin no.	Symbol	External Connection	Function
1	Vss		Signal ground for LCM
2	Vdd	Power Supply	Power supply for logic for LCM
3	Vo		Contrast Adjust
4	RS	MPU	Register select signal
5	R/W	MPU	Write/read Select signal
6	E	MPU	Operation (Write/read) enable signal
7~10	DB0- DB3	MPU	Four low Order bi-directional three state data bus lines. Used for data transfer between the MPU and the LCM. These Four are not used during 4-bit operation
11~14	DB4- DB7	MPU	Four High Order Bi-directional three state data bus Lines
15	LED+	LED BKL	Power supply for BKL
16	LED-	Power Supply	Power supply for BKL

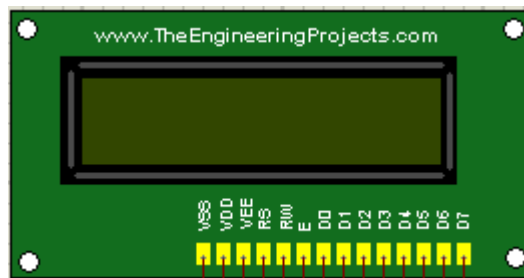
Ada 2 cara dalam berkomunikasi dengan LCD, yaitu 8 bit dan 4 bit jalur data. Jika jalur data yang digunakan 4 bit maka pin *data bus* yang digunakan adalah DB4 – DB7. Tetapi jika jalur data yang digunakan sebesar 8 bit maka pin

data bus yang digunakan adalah DB0 – DB7. LCD akan ter-reset secara otomatis pada saat power ON.

Sebelum menggunakan LCD, LCD harus di konfigurasi dan inialisasi. Hal ini harus dijalankan dengan mengirimkan sejumlah instruksi ke LCD. Di antaranya adalah pengaturan lebar data interface 8 bit atau 4 bit data bus, pemilihan ukuran font karakter 5x8 atau 5x7 dan lain lain.

Konfigurasi Pin

LCD paling umum digunakan dan ditemukan di pasaran saat ini adalah 2 line atau 4 line LCD yang hanya memiliki 1 *controller* dan sebagian besar mendukung 80 karakter.



Gambar 2.9 Diagram pin LCD

Tabel 2.4 Fungsi Pin-Pin pada LCD

<i>Pin No</i>	<i>Function</i>	<i>Name</i>
1	Ground (0V)	Ground
2	Supply voltage; 5V (4.7V – 5.3V)	Vcc
3	Contrast adjustment; through a variable resistor	VEE
4	Selects command register when low; and data register when high	Register Select
5	Low to write to the register; High to read from the Register	Read/write
6	Sends data to data pins when a high to low pulse is given	Enable
7		DB0
8		DB1
		DB2
9		
10	8-bit data pins	DB3
..		DB4

<i>Pin No</i>	<i>Function</i>	<i>Name</i>
12		<i>DB5</i>
13		<i>DB6</i>
14		<i>DB7</i>
15	<i>Backlight V_{CC} (5V)</i>	<i>Led+</i>
16	<i>Backlight Ground (0V)</i>	<i>Led-</i>

Modul LCD memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
2. Setiap huruf terdiri dari 5x7 *dot-matrix cursor*.
3. Terdapat 192 macam karakter.
4. Terdapat 80 x 8 bit *display RAM* (maksimal 80 karakter).
5. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
6. Dibangun dengan osilator lokal.
7. 1 sumber tegangan 5 volt.
8. Otomatis reset saat tegangan dihidupkan
9. Bekerja pada suhu 0°C sampai 55°C

Prinsip kerja Display LCD

Prinsip kerja LCD yaitu dengan memberikan tegangan V_{dd} sebesar 5 VDC untuk mengaktifkan layar LCD dan mengatur pin R/W dengan memberikan logika 0 agar LCD dapat menulis instruksi ke modul R/W dalam kondisi 1 berfungsi untuk membaca data dari LCD seperti perintah untuk membersihkan layar dan lain lain selanjutnya pin RS diatur menjadi nilai logika 1 agar dapat mengirim instruksi ke LCD.

2.5 *Buzzer*

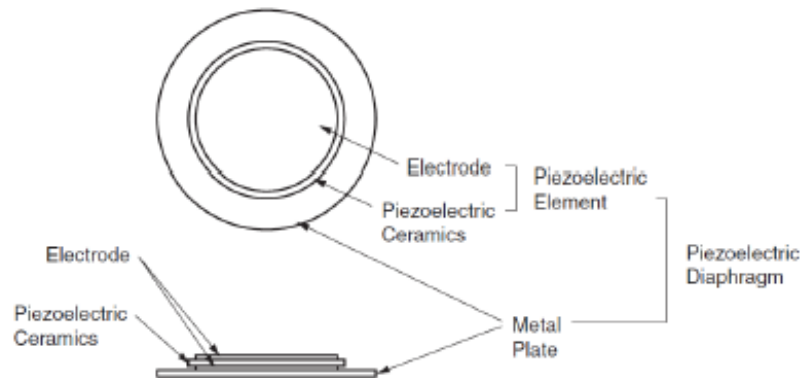
Merupakan suatu perangkat sinyal yang dapat mengeluarkan suara apabila adanya getaran listrik yang kemudia dikonversikan menjadi getaran suara. Prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*. *Buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi *electromagnet*, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar,

tergantung dari polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma, maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Biasanya komponen ini digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi kesalahan yang akan diposisikan seperti *alarm*.



Gambar 2.10 bentuk fisik *buzzer*

(Sumber : <https://wisuda.unud.ac.id/pdf/0904405030-3-BAB%20II.pdf>)



Gambar 2.11 Struktur *Buzzer*

(Sumber : <https://wisuda.unud.ac.id/pdf/0904405030-3-BAB%20II.pdf>)

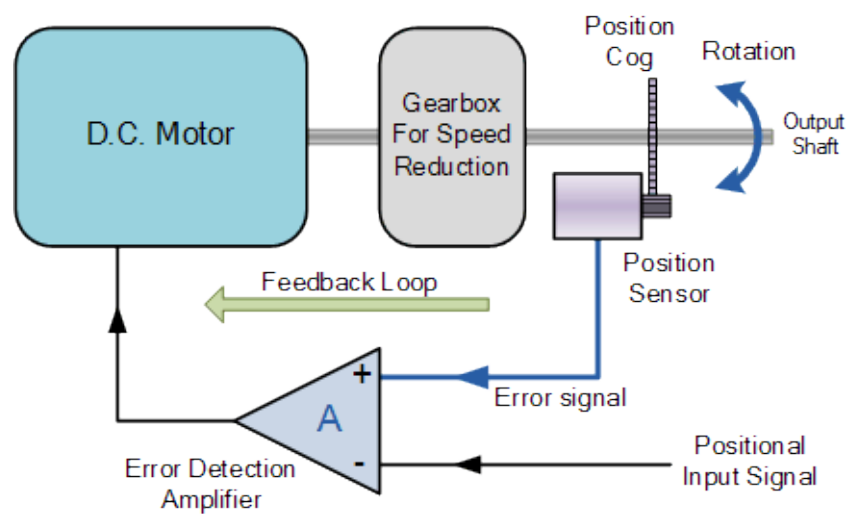
2.6 Motor Servo

Motor DC sering disebut “motor servo”. Dalam realitanya, berbeda dengan motor DC. Motor servo merupakan motor DC yang mempunyai kualitas tinggi. Motor ini sudah dilengkapi dengan sistem kontrol. Pada aplikasinya, motor servo sering digunakan sebagai kontrol loop tertutup. Sehingga dapat menangani perubahan posisi secara tepat dan akurat begitu juga dengan pengaturan kecepatan dan percepatan.

Motor servo terdiri dari sebuah motor Dc, serangkaian gear dan potensiometer dan rangkaian kontrol, potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak kontinyu seperti motor DC maupun motor stepper. Walau demikian, untuk beberapa keperluan tertentu, motor servo dapat dimodifikasi agar bergerak kontinyu.



Gambar 2.12 Model Fisik Motor Servo
(Sumber : Widodo Budiharto, 2014: 81)



Gambar 2.13 Blok diagram motor servo

Bentuk fisik dari motor servo dapat dilihat pada gambar 2.12. Sistem pengkabelan motor servo terdiri dari 3 bagian, yaitu Vcc, Gnd, dan kontrol *Pulse Width Modulation* (PWM). Penggunaan PWM pada motor servo berbeda dengan penggunaan PWM pada motor DC. Pada motor servo, pemberian nilai PWM akan membuat motor servo bergerak pada posisi tertentu lalu berhenti (kontrol posisi) (Widodo Budiharto, 2014: 81).

Pengaturan dapat menggunakan delay pada setiap perpindahan awal menuju posisi akhir. Motor servo dibedakan menjadi 2, yaitu *continuous* servo motor dan *uncontinuous* servo motor. Pada *continuous* servo motor, motor servo dapat berputar penuh 360° sehingga memungkinkan untuk bergerak rotasi. Pada *uncontinuous* servo motor, motor servo dapat berputar 180° .

Prinsip kerja motor servo

Prinsip kerja motor servo didasarkan pada peletakan suatu konduktor dalam suatu medan magnet, jika suatu konduktor dililitkan dengan kawat berarus maka akan dibangkitkan medan magnet berputar. Kontribusi dari setiap putaran akan merubah intensitas medan magnet yang ada dalam bidang yang tertutup kumparan. Dengan cara inilah medan magnet yang kuat terbentuk. Tenaga untuk mendorong magnet tersebut disebut *manetomotive Force* (MMF)

Flux magnet digunakan untuk mengetahui seberapa banyak flux pada daerah disekitar koil atau magnet permanent. Medan magnet pada motor Dc servo dibangkitkan oleh magnet permanent. Jadi tidak perlu tenang untuk membuat medan magnet. Flux medan magnet pada stake tidak dipengaruhi oleh arus armature. Oleh karena itu, kurva perbandingan antara kecepatan dengan torsi adalah linier.