

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Teori Penunjang

Pengukuran kadar keasaman larutan (pH) dan suhu air merupakan proses yang sangat penting dalam budidaya ikan lele. Sebagai contoh pada pembenihan dan pendederan ikan lele, agar benih ikan tidak mudah mati dan mempunyai kualitas yang bagus, kestabilan kadar keasaman (pH) dan suhu air kolam perlu dijaga. Kondisi keasaman (pH) dan suhu air kolam dapat berubah sewaktu-waktu. Perubahan kualitas keasaman larutan (pH) dan suhu pada kolam, dipengaruhi oleh faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam seperti hujan yang terus-menerus, panas yang ekstrem dan perubahan cuaca ekstrem. Sedangkan dari faktor manusia pada proses pemberian pakan yang terlalu banyak akan merubah kadar keasaman air kolam ikan [1] [2].

Dalam budidaya lele, kestabilan pH air adalah kunci utama sebagai parameter budidaya lele dikatakan baik. Pada budidaya lele kita harus menjaga level pH pada kolam di kisaran 6,5 – 8 dan menjaga keadaan suhu pada kolam dikisaran 25°C – 30°C [3]. Oleh karena itu pH air untuk kolam ikan lele yang baik berada di level air netral. Air dalam kondisi netral berada di level pH 6 atau 7, artinya jika kondisi air dibawah 6 diartikan asam sedangkan level ph diatas 7 dikatakan basa.

1.2 Fuzzy Logic

Logika *Fuzzy* adalah peningkatan dari logika Boleaan yang mengenalkan konsep kebenaran sebagian. Di mana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika *Fuzzy* menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran.

Oleh karena itu logika *Fuzzy* dapat memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistic, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “setengah” dan “banyak”. Dia berhubungan dengan set *Fuzzy* dan teori kemungkinan. *Fuzzy* diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965. Dalam sistem *fuzzy*, komponen terbagi menjadi 3 proses, yaitu :

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah mengubah masukan yang memiliki nilai kebenaran bersifat pasti (*Crisp Input*) menjadi bentuk *input fuzzy*.

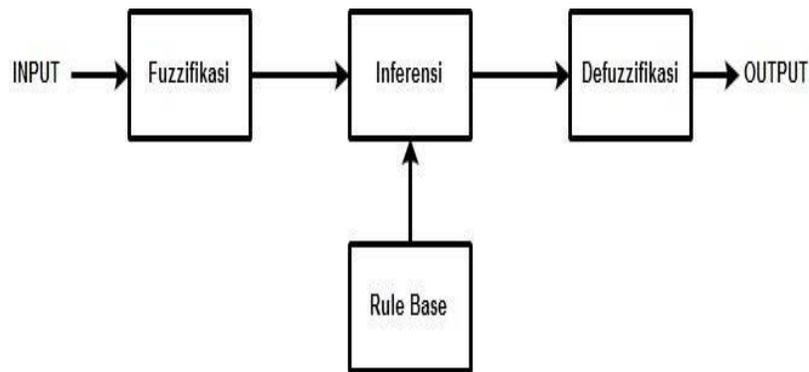
2. *Inference*

Inference adalah melakukan penalaran dengan menggunakan *fuzzy input* sebelumnya dan *fuzzy rules* yang sudah dibuat sebelumnya. Aturan *fuzzy* merupakan pengkondisian dari *input fuzzy* kemudian melakukan tindakan berdasarkan *input fuzzy* tersebut. Secara Sintakaturan *fuzzy* ditulis menjadi IF antecedent THEN *consequent*. Terdapat dua model aturan *fuzzy* yang banyak digunakan secara luas pada berbagai macam aplikasi yaitu model mamdani dan model sugeno

3. Defuzzification

Defuzzification adalah mengubah nilai *fuzzy output* menjadi sebuah *crisp value* sesuai dengan fungsi keanggotaan yang sudah ditentukan. Terdapat berbagai macam metode defuzzification yang umum digunakan, yaitu *centroid method*, *height method*, *first or last of maxima*, *mean max method*, *weighted average*.

Pada sistem in logika *fuzzy* yang digunakan adalah *fuzzy mamdani* , dikarenakan keluaran yang dihasilkan harus sesuai dengan nilai yang telah ditentukan, hal ini timbul masalah apabila nilai output tidak sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Output ini dapat dikatakan benar apabila dapat menyajikan output yang ditentukan oleh antesenden [4]. Berikut ini adalah Gambar mengenai alur dalam sistem *fuzzy* dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2. 1 Diagram blok sistem berbasis aturan *fuzzy*

1.3 Arduino

Arduino merupakan pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan berasal *Wiring platform*, dibuat buat memudahkan penggunaan elektronika pada berbagai bidang. Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Arduino bersifat *open-source* yang banyak digunakan untuk membangun sebuah project elektronika. Platform Arduino berisi dua yaitu hardware berupa board dan sebuah software atau IDE (*Integrated Development Environment*) yang berjalan pada komputer, digunakan untuk menulis dan mengisikan program ke board arduino [5].

Platform Arduino menjadi sangat populer bagi orang-orang yang ingin memulai belajar elektronika khususnya mikrokontroler, karena dengan menggunakan Arduino tidak lagi memerlukan hardware tambahan (sering disebut *downloader*) untuk mengisikan program kedalam board mikrokontroler, tapi hanya perlu kabel USB saja yang disambungkan dari komputer ke board Arduino. Bahasa pemrograman yang

dituliskan pada Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++ yang telah disederhanakan, sehingga dapat lebih mudah dimengerti. Sebuah board Arduino didesain dengan standar bentuk board serta posisi dan susunan pin/port sehingga dapat lebih mudah digunakan dan diakses dengan perangkat lain. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai ‘otak’ yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik. Hardwarenya mempunyai prosesor Atmel AVR serta softwarena memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Bahasa pemrograman yang digunakan Arduino menggunakan bahasa C. Untuk orang yang pernah menggunakan bahasa pemrograman C, C++, Java, PHP, Javascript, maka mungkin akan sedikit familiar. Akan tetapi, bahasa pemrograman Arduino memiliki fungsi-fungsi khusus yang hanya ada di Arduino seperti `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan lain-lain.

Ada beberapa jenis Arduino yang sudah umum digunakan, anatar lain Arduino UNO, Arduino MEGA, Arduino NANO, Arduino DUE, Arduino LEONARDO, Arduino FIO, Arduino LILYPAD, Arduino MINI, Arduino MIKRO dan yang lainnya. Berikut ini dijelaskan mengenai Arduino UNO:

1.3.1 Arduino UNO

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial. Gambar 2.1 merupakan gambar bentuk fisik dari arduino uno.



Gambar 2. 2 Arduino UNO

Sumber : <https://ilearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/>

Tabel 2. 1 Spesifikasi arduino

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50mA
<i>Memori Flash</i>	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	1 KB (ATmega 328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

1.3.2 Power

Arduino dapat diberikan power melalui koneksi USB atau *power supply*. Powernya diaktifkan secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok jack adaptor pada koneksi *port input supply*. Board arduino dapat dioperasikan menggunakan supply dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika supply kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan board bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada board. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt. Penjelasan pada pin power adalah sebagai berikut :

1. Pin

Tegangan input ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan *power jack*, aksesnya menggunakan pin ini.

2. 5V

Regulasi *power supply* digunakan untuk power mikrokontroler dan komponen lainnya pada board. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada board, atau supply oleh USB atau supply regulasi 5V lainnya.

3. 3V3

Suplai 3.3 Volt didapat oleh FTDI chip yang ada di board. Arus maximumnya adalah 50 mA

4. Pin Ground berfungsi sebagai jalur ground pada arduino

1.3.3 Memori

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM *library*).

1.3.4 Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital di Uno dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi *pinMode ()*, *digitalWrite ()*, dan *digitalRead ()*, beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki *internal pull-up* resistor (secara default terputus) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. *Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.
2. *Eksternal menyela*: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai. Lihat (*attachInterrupt*) fungsi untuk rincian lebih lanjut.
3. *PWM*: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite ()*.
4. *SPI*: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
5. *LED*: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai HIGH, LED on, ketika pin bernilai LOW, LED off.

Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. *I2C*: A4 (*SDA*) dan A5 (*SCL*). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan *Wire*.
2. *Aref*. Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk input analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference ()*.
3. *Reset*. Bawa baris ini LOW untuk me-reset mikrokontroler.

1.3.5 Komunikasi

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '8 U2 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer.

1.3.6 Software Arduino

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk mengupload kode baru untuk itu tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan Arduino. Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah sketch. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama.

1.3.7 Bahasa Pemrograman Arduino Berbasis Bahasa C

Seperti yang telah dijelaskan diatas program Arduino sendiri menggunakan bahasa C. walaupun banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (high level language) seperti pascal, basic, cobol, dan lainnya. Walaupun demikian, sebagian besar dari paraprogramer profesional masih tetap memilih bahasa C sebagai bahasa yang lebih unggul, berikut alasan-alasannya:

1. Bahasa C merupakan bahasa yang powerful dan fleksibel yang telah terbukti dapat menyelesaikan program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolah gambar (seperti pembuatan game) dan juga pembuatan kompilator bahasa pemrograman baru.
2. Bahasa C merupakan bahasa yang portabel sehingga dapat dijalankan di beberapa sistem operasi yang berbeda. Sebagai contoh program yang ditulis dalam sistem operasi windows dapat kita kompilasi didalam sistem operasi linux dengan sedikit ataupun tanpa perubahan sama sekali.
3. Bahasa C merupakan bahasa yang sangat populer dan banyak digunakan oleh programmer berpengalaman sehingga kemungkinan besar library pemrograman telah banyak disediakan oleh pihak luar/lain dan dapat diperoleh dengan mudah.
4. Bahasa C merupakan bahasa yang bersifat modular, yaitu tersusun atas rutin-rutin tertentu yang dinamakan dengan fungsi (function) dan fungsifungsi tersebut dapat digunakan kembali untuk pembuatan program-program lainnya tanpa harus menulis ulang implementasinya.
5. Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah (middle level language) sehingga mudah untuk melakukan interface (pembuatan program antarmuka) ke perangkat keras.
6. Struktur penulisan program dalam bahasa C harus memiliki fungsi utama, yang bernama main(). Fungsi inilah yang akan dipanggil pertama kali pada saat proses

eksekusi program. Artinya apabila kita mempunyai fungsi lain selain fungsi utama, maka fungsi lain tersebut baru akan dipanggil pada saat digunakan.

1.4 Sensor pH Meter Kit

[Sensor pH meter](#) adalah jenis alat ukur untuk mengukur derajat keasaman atau kebasaan suatu cairan, pada Ph meter digital terdapat elektroda khusus yang berfungsi untuk mengukur pH bahan-bahan semi padat , elektroda (probe pengukur) terhubung sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH. Probe atau Elektroda merupakan bagian penting dari pH meter, Elektroda adalah batang seperti struktur biasanya terbuat dari kaca. Pada bagian bawah elektroda ada bohlam, bohlam merupakan bagian sensitif dari probe yang berisi sensor. Jangan pernah menyentuh bola dengan tangan dan bersihkan dengan bantuan kertas tisu dengan tangan sangat lembut. Untuk mengukur pH larutan, probe dicelupkan ke dalam larutan. Probe dipasang di lengan dikenal sebagai probe lengan. Untuk obyek pH, sensor dapat mengukur antara pH 1 hingga pH 10. Dengan keakuratan setiap 1 tingkatan [6].



Gambar 2. 3 Sensor pH meter kit

Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-mengakses-module-ph-meter-sensor-menggunakan-arduino/>

1.4.1 Spesifikasi Sensor pH Meter Kit

pH signal Conversion Board V2

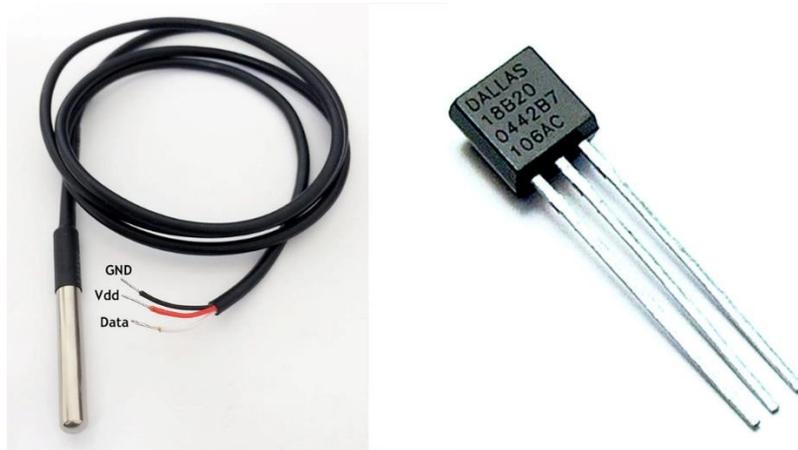
1. Tegangan kerja antara 3.3 ~ 5.5V
2. Output tegangan analog : 0 ~ 3.0V
3. Jenis konektor probe yang digunakan tipe “BNC”
4. Tingkat akurasi pengukuran : ± 0.1 (pada suhu pengujian 25°C)
5. Signal Connector : PH2.0-3P
6. Dimensi board : 42mm x 32mm

Probe pH

1. termasuk dalam grade laboratorium
2. Range deteksi pH : 0 ~ 14
3. Suhu kerja antara 5 ~ 60 ° C
4. Titik netral pada pH $7 \pm 0,5$
5. Internal Resistance: $< 250M\Omega$
6. Waktu Respons kurang dari 2 menit
7. Masa lifetime Probe : $> 0,5$ tahun (tergantung dengan frekuensi penggunaan)
8. Panjang kabel probe : 100cm

1.5 Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC (dulu yang buat adalah Dallas Semiconductor, lalu dicaplok oleh *Maxim Integrated Products*). Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian ($\pm 0.5^\circ\text{C}$). Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-Bit yang disematkan pada masing-masing chip, sehingga memungkinkan penggunaan sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja (*single wire data bus/1-wire protocol*). Ini merupakan komponen yang luar biasa, dan merupakan batu patokan dari banyak proyek-proyek data logging dan kontrol berbasis temperatur di luar sana [7].



Gambar 2. 4 Sensor suhu DS18B20

Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-mengakses-sensor-suhu-ds18b20/>

1.5.1 Spesifikasi dari sensor suhu DS18B20

Sebagai acuan dan informasi pendukung, sensor ini memiliki spesifikasi utama sebagai berikut:

1. Antarmuka hanya menggunakan satu kabel sebagai komunikasi (menggunakan protokol *Unique 1-Wire*).
2. Setiap sensor memiliki kode pengenalan unik 64-bit yang tertanam di *onboard* ROM.
3. Kemampuan multidrop yang menyederhanakan aplikasi penginderaan suhu terdistribusi.
4. Tidak memerlukan komponen tambahan
5. Juga bisa diumpankan daya melalui jalur datanya. Rentang dayanya adalah 3.0V hingga 5.5V
6. Bisa mengukur temperatur mulai dari -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$
7. Memiliki akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pada rentang -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$
8. Resolusi sensor bisa dipilih mulai dari 9 hingga 12 bit
9. kabel antarmuka (Interface)

Kabel merah :VCC

Kabel hitam : GND

Kabel putih : DATA

10. Bahan Stainless steel silinder 6mm diametanya panjang 35mm
11. Diameter kabel : 4mm
12. Panjang kabel : 90cm
13. Bisa mengkonversi data suhu ke 12-bit digital word hanya dalam 750 milidetik (maksimal)
14. Memiliki konfigurasi alarm yang bisa disetel (*nonvolatile*)
15. Bisa digunakan untuk fitur pencari alarm dan alamat sensor yang temperaturnya diluar batas (*temperature alarm condition*)
16. Penggunaannya bisa dalam lingkungan kendali termostatis, sistem industri, produk rumahan, termometer, atau sistem apapun yang memerlukan pembacaan suhu.

1.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (liquid crystal) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Teknologi Liquid Crystal Display (LCD) atau Penampil Kristal Cair sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti layar Laptop, layar Ponsel, layar Kalkulator, layar Jam Digital, layar Multimeter, Monitor Komputer, Televisi, layar Game portabel, layar Thermometer Digital dan produk-produk elektronik lainnya [8].



Gambar 2. 5 LCD

Sumber <https://abdulelektro.blogspot.com/2019/12/lcd-16x2-pin-konfigurasi-fitur-dan.html>

Tabel 2. 2 konfigurasi pin LCD

Pin	Simbol	Fungsi
1	GND	Ground
2	VCC	(+5 Volt)
3	VO	Pengaturan kontras layar
4	RS	H/L Register select
5	R/W	H/L Read/Write
6	E	H/L Enable
7	DB0	Data Bus Line
8	DB1	Data Bus Line
9	DB2	Data Bus Line
10	DB3	Data Bus Line
11	DB4	Data Bus Line
12	DB5	Data Bus Line
13	DB6	Data Bus Line
14	DB7	Data Bus Line
15	A	(+5 V) untuk BKL
16	K	(GND) untuk BKL

Pinout LCD 16x2 pada gambar 2.4 ditunjukkan di bawah ini.

1. Pin1 (Ground / Source Pin): Ini adalah pin tampilan GND, digunakan untuk menghubungkan terminal GND unit mikrokontroler atau sumber daya.
2. Pin2 (VCC / Source Pin): Ini adalah pin catu tegangan pada layar, digunakan untuk menghubungkan pin catu daya dari sumber listrik.
3. Pin3 (VO / VEE / Control Pin): Pin ini mengatur perbedaan tampilan, yang digunakan untuk menghubungkan POT yang dapat diubah yang dapat memasok 0 hingga 5V.

4. Pin4 (Register Select / Control Pin): Pin ini berganti-ganti antara perintah atau data register, digunakan untuk menghubungkan pin unit mikrokontroler dan mendapatkan 0 atau 1 (0 = mode data, dan 1 = mode perintah).
5. Pin5 (Pin Baca / Tulis / Kontrol): Pin ini mengaktifkan tampilan di antara operasi baca atau tulis, dan terhubung ke pin unit mikrokontroler untuk mendapatkan 0 atau 1 (0 = Operasi Tulis, dan 1 = Operasi Baca).
6. Pin 6 (Mengaktifkan / Mengontrol Pin): Pin ini harus dipegang tinggi untuk menjalankan proses Baca / Tulis, dan terhubung ke unit mikrokontroler & terus-menerus dipegang tinggi.
7. Pin 7-14 (Pin Data): Pin ini digunakan untuk mengirim data ke layar. Pin ini terhubung dalam mode dua-kawat seperti mode 4-kawat dan mode 8-kawat. Dalam mode 4-kawat, hanya empat pin yang terhubung ke unit mikrokontroler seperti 0 hingga 3, sedangkan dalam mode 8-kawat, 8-pin terhubung ke unit mikrokontroler seperti 0 hingga 7.
8. Pin15 (+ve pin LED): Pin ini terhubung ke +5V
9. Pin 16 (-ve pin LED): Pin ini terhubung ke GND.

1.6.1 Spesifikasi LCD 16x2

Spesifikasi LCD ini terutama meliputi yang berikut.

1. Tegangan operasi LCD ini adalah 4.7V-5.3V
2. Ini termasuk dua baris di mana setiap baris dapat menghasilkan 16 karakter.
3. Pemanfaatan arus adalah 1mA tanpa backlight
4. Setiap karakter dapat dibangun dengan kotak 5×8 piksel
5. Huruf & angka LCD alfanumerik
6. Tampilan ini dapat bekerja pada dua mode seperti 4-bit & 8-bit
7. Ini dapat diperoleh dalam Backlight Biru & Hijau
8. Ini menampilkan beberapa karakter yang dibuat khusus
- 9.

1.6.2 Register LCD

LCD 16x2 memiliki dua register seperti register data dan register perintah. RS (*register select*) atau pilihan daftar terutama digunakan untuk mengubah dari satu register ke register lainnya. Ketika set register adalah '0', maka itu dikenal sebagai register perintah. Demikian pula, ketika set register adalah '1', maka itu dikenal sebagai register data.

1.6.3 Command Register

Fungsi utama dari register perintah adalah untuk menyimpan instruksi perintah yang diberikan ke layar. Sehingga tugas yang telah ditentukan dapat dilakukan seperti membersihkan layar, menginisialisasi, mengatur tempat kursor, dan kontrol tampilan. Di sini pemrosesan perintah dapat terjadi dalam register.

1.6.4 Data Register

Fungsi utama daftar data adalah untuk menyimpan informasi yang akan ditampilkan di layar LCD. Di sini, nilai karakter ASCII adalah informasi yang akan ditampilkan di layar LCD. Setiap kali kita mengirim informasi ke LCD, ia mengirimkan ke daftar data, dan kemudian proses akan mulai di sana. Saat daftar diatur = 1, maka daftar data akan dipilih.

1.7 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan 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. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah

alat (alarm). Buzzer adalah komponen elektronika yang tergolong transduser. Sederhananya buzzer mempunyai 2 buah kaki yaitu positive dan negative. Untuk menggunakannya secara sederhana kita bisa memberi tegangan positive dan negative 3 - 12V [9].



Gambar 2. 6 Buzzer

Sumber: <https://www.ajifahreza.com/2017/04/menggunakan-buzzer-komponen-suara.html>