

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang merupakan salah satu komoditas hewan air yang menyumbangkan devisa besar untuk Indonesia [1]. Capaian tersebut dibuktikan dengan nilai ekspor udang mencapai 6.453 MT pada tahun 2012 dengan menempati peringkat ketiga setelah Thailand dan Ekuador. Budidaya udang hingga saat ini memanfaatkan tambak sebagai lahan pengembangan udang. Tambak yang baik bagi udang adalah tambak dengan kualitas tanah dan air yang derajat keasamannya (pH) antara 7 – 8,5 (Basa) [2].

Penurunan produksi udang disebabkan banyak faktor diantaranya rusaknya kesetimbangan lingkungan perairan buatan (tambak) yang digunakan untuk membudidayakan udang [3]. Akibatnya udang yang dikembangkan tidak dapat hidup lama dalam lingkungan budidaya. Hal tersebut dikarenakan pengaturan dan pengendalian pada proses pemeliharaan dilakukan secara manual dari awal pembibitan udang hingga proses panen udang. Dengan kata lain, campur tangan manusia sangat berperan dalam proses tersebut. Contohnya adalah pengukuran suhu dan derajat keasaman (pH) masih dilakukan secara manual. Oleh karena itu, pihak pengelola tambak perlu mengukur dan mengendalikan suhu dan pH tersebut agar diperoleh produksi udang yang baik.

Beberapa penelitian mengenai pengendalian kadar pH diantaranya pengendalian pH air tambak udang menggunakan metode PID [2]. Pengendalian tersebut diimplementasikan pada air tambak udang, namun hanya fokus pada pengendalian nilai pH tanpa memperhatikan suhu air tambak udang. Sedangkan suhu merupakan faktor yang berpengaruh untuk nilai pH. Pengendalian sirkulasi dan kadar pH merupakan penelitian yang dilakukan oleh Iswahyudi Nur dengan memanfaatkan pengendalian untuk mempertahankan kadar air dengan parameter nilai pH air tambak tanpa menggunakan metode. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Nuraini dengan memanfaatkan sistem monitoring kadar pH dan suhu [3]. Sistem tersebut fokus pada monitoring nilai pH dan suhu pada tambak.

Berdasarkan permasalahan di atas diperlukan pengendalian kualitas air tambak udang secara *real time* untuk mengetahui kondisi kualitas air tambak udang sehingga dapat dilakukan penanganan dengan cepat

apabila terjadi perubahan kualitas air secara signifikan. Sistem ini menggunakan dua buah sensor yaitu sensor pH dan suhu. Sensor tersebut akan diolah menggunakan metode *Fuzzy Logic Control* (FLC) untuk memperoleh nilai pH dan Suhu yang stabil. Harapannya dengan penggunaan alat ini udang hasil budidaya lebih baik dan kualitasnya lebih baik pula.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dirumuskan perumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah :

- a. Bagaimana mengidentifikasi kadar pH dan suhu air tambak udang ?
- b. Bagaimana mengendalikan kadar pH dan suhu air tambak udang ?
- c. Bagaimana mengintegrasikan Metode *Fuzzy Logic Control* dengan Plan?

1.3 Batasan Masalah

Dengan merujuk pada rumusan masalah pada poin 1.2 dalam penulisan tugas akhir ini, perlu diadakan pembatasan masalah untuk memperjelas pembahasan. Pembatasan masalah yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Parameter yang diukur adalah kadar pH dan suhu pada air tambak.
- b. Sensor yang digunakan untuk mengukur kadar pH dan suhu dalam air tambak adalah sensor pH dan sensor suhu *waterproof*.
- c. Keran yang digunakan adalah modifikasi keran biasa dengan motor servo.
- d. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah logika fuzzy.
- e. Alat berupa prototipe.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian tugas akhir ini adalah :

- a. Memperoleh hasil identifikasi kadar pH dan suhu air tambak udang.
- b. Mengendalikan kadar pH dan suhu air tambak udang.
- c. Mengintegrasikan Metode *Fuzzy Logic Control* dengan Plan.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

a. Studi literatur

Penelitian dimulai dengan melakukan studi terhadap materi-materi yang terkait dengan topik penelitian melalui referensi yang berhubungan dengan sensor pH, sensor suhu, metode Fuzzy Logic Control dan karakteristik udang.

b. Konsultasi dan diskusi

Selain studi literatur, penulis juga berkonsultasi dan berdiskusi dengan pembimbing serta orang yang ahli dalam bidang elektronika dan mikrokontroler. Dalam hal ini, pembimbing mengarahkan penulis tentang apa saja yang harus dilakukan untuk menyelesaikan proyek akhir.

c. Pembuatan desain sistem dan pengujian.

1. Desain Sistem

Dilakukan pembuatan desain kendali kadar pH dan Suhu tambak udang secara hardware maupun software berdasarkan spesifikasi yang telah dirancang.

2. Pengujian

Pengujian dilakukan setelah sistem selesai dirancang.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang penulis gunakan terdiri dari beberapa pokok bahasan antara lain ;

Bab I Pendahuluan.

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang dari dibuat nya alat ini, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Teori Penunjang

Pada bab II ini menjelaskan tentang teori dan identifikasi dari sistem kendali kadar pH dan temperatur tambak udang sebagai obyek utama yang penulis gunakan sehingga bisa merancang dan membuat alat yang bisa mengendalikan kestabilan kadar pH dan temperatur tambak udang.

Bab III Perancangan Sistem

Bab ini menjelaskan mengenai perancangan yang berkaitan dengan pembuatan rangkaian yang akan digunakan dalam tugas tugas akhir ini. Perancangan ini menyangkut perancangan dari beberapa blok rangkaian

yang saling berkaitan sehingga membentuk suatu sistem alat uji yang dapat beroperasi secara otomatis.

Bab IV Implementasi Program

Bab ini menjelaskan implementasi program dari sistem kendali kadar pH dan temperatur tambak udang sehingga tugas dapat digunakan sesuai dengan perancangan sistem.

Bab V Penutup

Bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran secara keseluruhan dari berbagai pengujian dan hasil hipotesa dari tugas akhir ini.

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Penelitian Sebelumnya

Industri perikanan merupakan salah satu komoditi andalan ekspor Indonesia. Salah satu industri perikanan yang menjadi komoditi ekspor terbesar yang dikembangkan adalah produksi udang. Oleh karena itu, perlu dilakukan optimalisasi baik dalam aspek kualitas maupun produktivitasnya sehingga udang yang dihasilkan dapat bersaing di pasar internasional dengan kualitas yang terjamin.

Beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Edy Purwanto dkk [1]. Menyelesaikan permasalahan pemantauan dan pengontrol kondisi air tambak secara *real time* untuk mengetahui kondisi kualitas air tambak sehingga dapat dilakukan penanganan dengan cepat apabila terjadi perubahan kualitas air secara signifikan. Sistem ini menggunakan sensor temperatur dan sensor pH sebagai *input*. Sedangkan untuk aktuator akan menggunakan kincir air, keran kapur, dan pompa air. Sensor temperatur akan diolah oleh fuzzy sistem yang kemudian menggerakkan kincir air. Sensor pH akan diolah oleh fuzzy sistem untuk menggerakkan keran kapur dan pompa air.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Andrian Kristianto, dkk [2]. Penelitian ini mengupas permasalahan banyaknya petambak udang yang gagal panen karena perubahan cuaca yang tak menentu ini mengakibatkan buruknya kondisi air tambak sehingga menyebabkan banyak udang yang mati dan hal ini kian meresahkan petambak udang. Petambak udang saat ini bergantung pada kondisi lingkungan dan keadaan cuaca yang secara langsung mempengaruhi keadaan air tambak dalam budidaya udangnya. Pengaruh keadaan air memangsangat penting karena ada beberapa parameter.

Penelitian yang dilakukan oleh Nuraeni Umar, dkk[3]. Memanfaatkan pemantuan Pengendalian temperatur yang dilakukan hanya pada satu lokasi dan waktu tertentu saja(tidak mencakupi seluruh lokasi tambak) akan menimbulkan masalah yaitu jika terjadi perubahan temperatur secara drastis maka tidak dapat dipantau oleh pihak pengelola tambak, kadar pH dan salinitas juga perlu diukur agar dapat ditentukan apakah air laut yang dipakai masih layak atau tidak untuk mendukung kehidupan udang di tambak.

Beberapa penelitian diatas keistimewaan pada penelitian ini terletak pada kontrol fuzzy yang memungkinkan sistem memperbaiki kondisi suhu dan kadar pH secara langsung. Sistem memiliki 4 wadah yaitu wadah asam, basa, air panas, air dingin. Wadah tersebut dikontrol menggunakan mikrokontroller Arduino yang menggerakkan 4 aktuator dari 4 wadah. Sistem kerja dari alat tersebut adalah jika pH terlalu asam maka keran basa akan membuka sesuai dengan hasil perhitungan kontrol fuzzy, begitu sebaliknya jika terlalu basa maka keran asam akan membuka sesuai dengan hasil perhitungan fuzzy. Sistem tersebut berlaku untuk kondisi suhu tertentu.



Gambar 2.1 Tambak Udang

2.2 Udang Vaname

Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan jenis udang introduksi dari Amerika Selatan yang banyak dibudidayakan di Indonesia sejak akhir 90-an untuk menggantikan udang windu (*Penaeus monodon*) yang sudah sulit dibudidayakan karena serangan virus White spot [11].

Keunggulan Udang Vaname dibandingkan udang lainnya :

- a. Responsif terhadap pakan dengan kadar protein 25 - 30% (lebih rendah dari udang windu)

- b. Kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan suhu rendah, Adaptasi terhadap perubahan salinitas (khususnya pada salinitas tinggi)
- c. Laju pertumbuhan yang relatif cepat pada bulan I dan II Angka kehidupan (survival rate/SR) hidup tinggi.
- d. Dapat ditebar dengan kepadatan tinggi karena hidupnya mengisi kolom air bukan di dasar saja. Serapan pasar luas, mulai dari ukuran 10 hingga 25 gram per ekor.

2.2.1 Klasifikasi dan Morfolofi Udang Venamie

Udang Vaname memiliki klasifikasi, berikut ini merupakan klasifikasi udang vannamei.

Kingdom	: Animalia
Filum	: Anthropoda
Kelas	: Crustacea
Ordo	: Decapoda
Famili	: Penaidae
Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

Bagian tubuh udang vannamei terdiri dari kepala yang bergabung dengan dada (*cephalothorax*) dan perut (*abdomen*) [12]. Kepala udang vannamei terdiri dari antenula, antena, mandibula, dan sepasang *maxillae*. Kepala udang vannamei juga dilengkapi dengan 5 pasang kaki jalan (*periopod*) yang terdiri dari 2 pasang *maxillae* dan 3 pasang *maxiliped*. Bagian *abdomen* terdiri dari 6 ruas dan terdapat 6 pasang kaki renang (*pleopod*) serta sepasang *uropod* (mirip ekor) yang membentuk kipas bersama-sama *telson*.

2.2.2 Manajemen Lingkungan Budaya

Faktor penting dalam penentu keberhasilan suatu budidaya adalah pengawasan (*monitoring*) lingkungan [11]. Kegiatan budidaya udang vannamei dengan metode intensif mengakibatkan udang yang dibudidayakan menjadi mudah stres karena padat tebar yang tinggi, penanganan, dan turunnya mutu kualitas air.

Parameter kualitas air media harus berada pada kondisi yang optimal. Parameter yang berpengaruh dalam budidaya tersebut adalah pH, oksigen terlarut, nitrat, amonia, bahan organik, suhu, salinitas, dan nitrit. Tingkat optimum serta kisaran kualitas air yang mampu diterima oleh udang vanname (Tabel 2.1.).

Tabel 2.1 Kisaran Nilai Optimum pada Pemeliharaan Udang

No	Parameter air	Nilai optimum
1.	Suhu	27 - 28,5°C
2.	Salinitas	15 – 25 ppt
3.	Kecerahan	30 - 45cm
4.	Oksigen terlarut	>3,5mg/l
5.	pH	7 - 8,5
6.	Alkalinitas	100 – 150mg/l
7.	CO ₂	< 25 mg/l
8.	Amonia	<0,01mg/l
9.	Nitrit (NO ₂)	0,01mg/l

Berdasarkan data dari balai riset perikanan budidaya air payau pada Tabel 2.2. menunjukkan kisaran optimum pemeliharaan udang. Sebagai indikator utama adalah suhu dan pH. Suhu harus stabil antara 27-28,5 °C dan pH 7 – 8,5. Kedua indikator tersebut menjadi penentu kualitas suatu udang disamping beberapa indikator lain. Semakin tinggi suhu dan pH semakin rendah atau sebaliknya semakin rendah suhu dan pH semakin tinggi maka pertumbuhan udang terganggu. Kondisi tambak harus dalam kondisi stabil berdasarkan kisaran optimum pemeliharaan suatu tambak udang. Indikator lainnya seperti oksigen terlarut, nitrat, amonia, bahan organik, salinitas, dan nitrit juga berpengaruh terhadap pertumbuhan udang tetapi indikator pH dan suhu yang paling penting mengingat proses perubahannya sangat signifikan.

2.3 pH dan Suhu

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Ia didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H⁺) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut. Ia bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional [6].

Konsep pH pertama kali diperkenalkan oleh kimiawan Denmark Søren Peder Lauritz Sørensen pada tahun 1909. Tidaklah diketahui dengan pasti makna singkatan "p" pada "pH". Beberapa rujukan

mengisyaratkan bahwa p berasal dari singkatan untuk power (pangkat), yang lainnya merujuk kata bahasa Jerman Potenz (yang juga berarti pangkat), dan ada pula yang merujuk pada kata potential. Jens Norby mempublikasikan sebuah karya ilmiah pada tahun 2000 yang berargumen bahwa p adalah sebuah tetapan yang berarti logaritma negative

Air murni bersifat netral, dengan pH-nya pada suhu 25 °C ditetapkan sebagai 7,0. Larutan dengan pH kurang daripada tujuh disebut bersifat asam, dan larutan dengan pH lebih daripada tujuh dikatakan bersifat basa atau alkali. Pengukuran pH sangatlah penting dalam bidang yang terkait dengan kehidupan atau industri pengolahan kimia seperti kimia, biologi, kedokteran, pertanian, ilmu pangan, rekayasa (keteknikan), dan oseanografi. Tentu saja bidang-bidang sains dan teknologi lainnya juga memakai meskipun dalam frekuensi yang lebih rendah [6].

Larutan asam dalam pelajaran kimia adalah senyawa kimia yang bila dilarutkan dalam air akan menghasilkan larutan dengan pH lebih kecil dari 7. Dalam definisi modern, asam adalah suatu zat yang dapat memberi proton (ion H^+) kepada zat lain (yang disebut basa), atau dapat menerima pasangan elektron bebas dari suatu basa. Dalam kehidupan sehari-hari, dapat dijumpai berbagai macam zat yang mengandung asam. Misalnya : cuka mengandung asam asetat, jeruk mengandung asam sitrat, dan anggur mengandung asam tartrat [7].

Larutan Basa adalah senyawa kimia yang menyerap ion hidronium ketika dilarutkan dalam air. Basa memiliki pH lebih besar dari , sering dijumpai berbagai macam zat yang mengandung basa dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya: obat maag mengandung magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$) dan aluminium hidroksida ($Al(OH)_3$) [7].

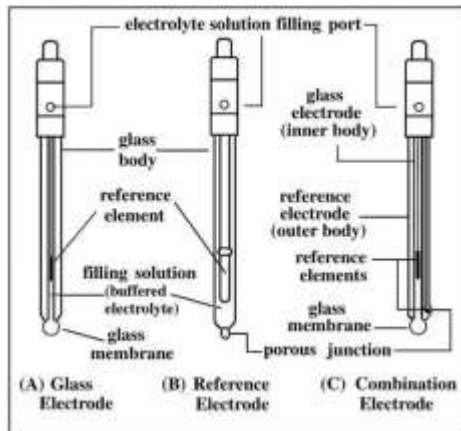
Setelah memahami tentang definisi asam dan basa, derajat keasaman memiliki skala. Berikut ini merupakan skala derajat kesaman (pH).

Tabel 2. 2 Kisaran Nilai pH

No	Nilai pH	Nilai optimum
1.	1 – 3,9	Asam Kuat
2.	4 – 5,9	Asam Lemah
3.	6-6,9	Asam Sangat Lemah
4.	7	Netral
5.	7,1 – 8,9	Basa Sangat Lemah
6.	9 – 10,9	Basa Lemah
7.	11 - 14	Basa Kuat

2.4 Sensor Probe pH

Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membrane gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan potential of hidrogen[8]. Skema elektroda sensor pH dapat dilihat pada Gambar 2.2.

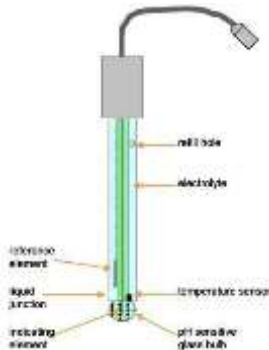


Gambar 2.2 Skema elektroda sensor pH.

Sensor pH akan mengukur potensial listrik (pada Gambar 4 alirannya searah jarum jam) antara merkuri Chloride (HgCl) pada elektroda pembanding dan potassium chloride (KCl) yang merupakan larutan didalam gelas elektroda serta potensial antara larutan dan elektroda perak. Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah tergantung sampelnya, oleh karena itu perlu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan ekuivalen yang lainnya untuk menetapkan nilai dari pH.

Elektroda pembanding calomel terdiri dari tabung gelas yang berisi potassium kloride (KCl) yang merupakan elektrolit yang mana terjadi kontak dengan merkuri chloride (HgCl) diujung larutan KCl . Tabung gelas ini mudah pecah sehingga untuk menghubungkannya digunakan ceramic berpori atau bahan

sejenisnya. Elektroda semacam ini tidak mudah terkontaminasi oleh logam dan unsure natrium. Elektroda gelas terdiri dari tabung kaca yang kokoh yang tersambung dengan gelembung kaca tipis yang didalamnya terdapat larutan KCl sebagai buffer pH 7. Elektroda perak yang ujungnya merupakan perak kloride (AgCl_2) dihubungkan kedalam larutan tersebut. Untuk meminimalisir pengaruh electric yang tidak diinginkan, alat tersebut dilindungi oleh suatu lapisan kertas pelindung yang biasanya terdapat dibagian dalam elektroda gelas. Salah satu contoh bentuk elektroda gelas dari jenis sensor pH dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.3 Elektroda sensor pH.

Bagian-bagian dari elektroda sensor pH : 1. Bagian perasa elektroda yang terbuat dari kaca yang spesifik. 2. Larutan buffer. 3. Cairan HCL. 4. Elektroda ukur yang dilapisi perak. 5. Tabung gelas elektroda. 6. Elektroda referensi. 7. Ujung kawat yang terbuat dari keramik . penggunaan sensor pH ataupun sensor suhu underwater merupakan input dari sebuah sistem untuk di kontrol menggunakan metode fuzzy logic control Sugeno.

2.5 Fuzzy Logic Control Sugeno

Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Michio Sugeno mengusulkan penggunaan singleton sebagai fungsi keanggotaan dari konsekuen. Single ton adalah sebuah himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang pada titik tertentu mempunyai sebuah nilai dan 0 di luar titik tersebut. Ada 2 model fuzzy dengan metode Sugeno yaitu sebagai berikut:

a. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde Nol adalah:

IF (x1 is A1) o (x2 is A2) o (x3 is A3) o... o (xN is AN) THEN $z=k$

dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-I sebagai antesenden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

b. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Satu adalah:

IF (x1 is A1) o... o (xN is AN) THEN $z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$

dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai antesenden, dan pi adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Tahapan-tahapan dalam metode Sugeno yaitu sebagai berikut:

1. Pembentukan himpunan Fuzzy

Pada tahapan ini variabel input (crisp) dari sistem fuzzy ditransfer ke dalam himpunan fuzzy untuk dapat digunakan dalam perhitungan nilai kebenaran dari premis pada setiap aturan dalam basis pengetahuan. Dengan demikian tahap ini mengambil nilai-nilai crisp dan menentukan derajat di mana nilai-nilai tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan fuzzy yang sesuai.

2. Aplikasi fungsi implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah sebagai berikut:

IF x is A THEN y is B

Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai antesenden sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy seperti,

IF(x_1 is A_1) o (x_2 is A_2) o (x_3 is A_3) o...o (x_N is A_N) THEN y is B dengan o adalah operator (misal: OR atau AND).

Secara umum fungsi implikasi yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

- a. Min (minimum)
Fungsi ini akan memotong output himpunan fuzzy.
- b. Dot (product)
Fungsi ini akan menskala output himpunan fuzzy.

3. Defuzzifikasi (Defuzzification)

Input dari proses defuzzifikasi adalah himpunan fuzzy yang dihasilkan dari proses komposisi dan output adalah sebuah nilai (crisp). Untuk aturan IF-THEN fuzzy dalam persamaan $RU(k) = \text{IF } x_1 \text{ is } A_{1k} \text{ and... and } x_n \text{ is } A_{nk} \text{ THEN } y \text{ is } B_k$, dimana A_{1k} dan B_k berturut-turut adalah himpunan fuzzy dalam $U_i \subset R$ (U dan V adalah domain fisik), $i = 1, 2, \dots, n$ dan $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in U$ dan $y \in V$ berturut-turut adalah variabel input dan output (linguistik) dari sistem fuzzy.

Menurut Wang, defuzzifier pada persamaan di atas didefinisikan sebagai suatu pemetaan dari himpunan fuzzy B_k dalam VR (yang merupakan output dari inferensi fuzzy) ke titik crisp $y^* \in V$ [9].

Pada metode Sugeno defuzzifikasi dilakukan dengan perhitungan Weight Average (WA) :

$$WA = \frac{(a_1 z_1 + a_2 z_2 + a_3 z_3 + \dots + a_n z_n)}{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)}$$

Sistem inferensi fuzzy banyak diterapkan dalam berbagai bidang. Contoh penggunaan sistem inferensi fuzzy pada penelitian untuk

menentukan jumlah kebutuhan kalori harian. Kebutuhan energi harian setiap orang akan senantiasa berbeda tergantung pada kondisi tubuh orang tersebut. Meskipun secara teoritis sudah ada persamaan untuk menghitung kebutuhan energi tersebut, namun persamaan tersebut cukup rumit diimplementasikan terutama untuk kondisi-kondisi pasien yang tidak dapat diinformasikan dengan jelas. Himpunan fuzzy dibangun dengan fungsi keanggotaan linear turun, segitiga, dan linear naik. Sistem menyediakan beberapa pilihan operator himpunan fuzzy seperti: and, or, mean, intensified mean, diluted mean, product, bounded sum, bounded product. Sistem juga menyediakan operator negasi dan hedge (sangat atau agak) untuk himpunan fuzzy. Koefisien setiap variabel persamaan linear pada konsekuensi diperoleh berdasarkan perkiraan pengeluaran energi basal menurut persamaan Harris-Benedict, dan metode praktis perkiraan kebutuhan kalori. Sistem ini memiliki sebanyak 44 aturan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem telah dapat menghitung perkiraan kebutuhan energi harian bagi seorang pasien dengan kondisi tertentu.

2.6 Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” disini 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. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory microcontroller. Ada banyak projek dan alat –alat yang dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi.

Salah satu yang membuat arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya open source, baik untuk hardware maupun software-nya. Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah microcontroller 8 bit dengan merk Atmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe Atmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh

Arduino Uno menggunakan Atmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan Atmega2560.

2.6.1 Arsitektur Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 terbentuk dari prosessor yang dikenal dengan Mikrokontroler ATmega 2560. Mikrokontroler ATmega 2560 memiliki beberapa fitur / spesifikasi yang menjadikannya sebagai solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain :

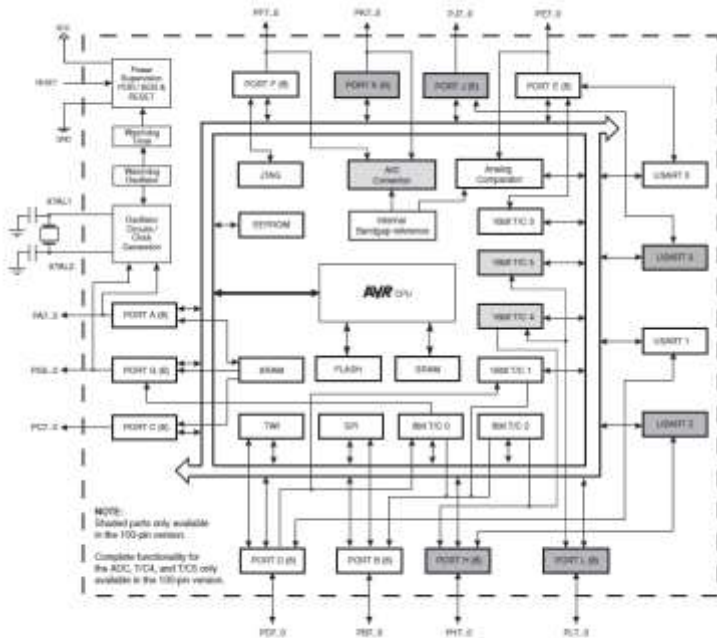
1. Tegangan Operasi sebesar 5 V
2. Tegangan input sebesar 6 – 20 V tetapi yang direkomendasikan untuk ATmega 2560 sebesar 7 – 12 V.
3. Pin digital I/O sebanyak 54 pin dimana 14 pin merupakan keluaran dari PWM.
4. Pin input analog sebanyak 16 pin
5. Arus DC pin I/O sebesar 40 mA sedangkan Arus DC untuk pin 3.3V sebesar 50 mA
6. Flash memory 156 Kb yang mana 8 Kb digunakan oleh bootloader.
7. SRAM 8 Kbyte
8. EEPROM 4 Kbyte
9. Serta mempunyai 2 Port UARTs untuk komunikasi serial.



Gambar 2. 4 ATMEGA 2560

2.6.2 Blok Diagram Arduino Mega 2560

Sistem kerja arduino mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Blok diagram Arduino Mega 2560

2.6.3 Konfigurasi pin Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 memiliki banyak pin, berikut ini merupakan fungsi dari tiap pin pada Mikrokontroler tersebut diantaranya :

1. VCC adalah tegangan catu digital.
2. GND adalah Ground.
3. Port A (PA7..PA0)

Port A adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-up resistor (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port A memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port A eksternal pulled low sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port A dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

Port A juga menyajikan fungsi dari berbagai fitur spesial dari Atmega640/1280/1281/2560/2561.

4. Port B (PB7..PB0)

Port B adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-up resistor (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port B memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port A eksternal pulled low sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port A dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

Port B mempunyai kemampuan bergerak lebih baik daripada port lainnya.

5. Port C (PC7..PC0)

Port C adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-up resistor (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port C memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port C eksternal pulled low sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port C dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

6. Port D (PD7..PD0)

Port D adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-up resistor (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port D memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port D eksternal pulled low sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port D dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

7. Port E (PE7..PE0)

Port E adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-up resistor (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port E memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port E eksternal pulled low sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port E dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

8. Port F (PF7..PF0)

Port F disajikan sebagai masukan analog ke A/D converter.

Port F juga menyajikan sebuah port I/O 8 bit dua arah, jika A/D Converter tidak digunakan. Pin port dapat menyediakan internal pull-up resistor (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port F memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port F eksternal pulled low sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port F dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan. Jika antarmuka JTAG mengizinkan, pull-up resistor pada pin PF7(TDI), PF5(TMS), dan PF4(TCK) akan iaktifkan bahkan jika terjadi reset.

Port F juga menyajikan fungsi dari antarmuka JTAG.

9. Port G (PG7..PG0)

Port G adalah sebuah port I/O 6 bit dua arah dengan internal pull-up resistor (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port G memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port G eksternal pulled low sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port G dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

10. Port H (PH7..PH0)

Port H adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-up resistor (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port H memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port H eksternal pulled low sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port H dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

11. Port J (PJ7..PJ0)

Port J adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-up resistor (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port J memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port J eksternal pulled low sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port J dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

12. Port K (PK7..PK0)

Port K disajikan sebagai masukan analog ke A/D converter.

Port K adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-up resistor (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port

K memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port K eksternal pulled low sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port K dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

13. Port L (PL7..PL0)

Port L adalah sebuah port I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-up resistor (dipilih untuk masing-masing bit). Penyangga output Port L memiliki karakter penggerak karakteristik dengan kedua sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port L eksternal pulled low sumber arus jika resistor pull-up aktif. Pin port L dinyatakan tri ketika sebuah kondisi reset menjadi aktif, bahkan jika waktu tidak berjalan.

14. Reset

Input reset. Sebuah level rendah pada pin ini untuk lebih panjang dari pada panjang minimum pulsa akan menghasilkan sebuah reset, bahkan jika waktu tidak berjalan. Panjang minimum pulsa dijelaskan pada “Sistem dan karakter reset” pada halaman 360. Pulsa terpendek tidak dijamin menghasilkan sebuah reset .

15. XTAL1

Input ke inverting amplifier oscilator dan input ke internal jalur operasi waktu.

16. XTAL2

Keluaran dari inverting oscilator amplifier

17. AVCC

AVCC merupakan pin tegangan catu untuk port F dan A/D Converter. AVCC dapat terhubung secara eksternal ke VCC, bahkan jika ADC tidak digunakan jika ADC digunakan, ADC akan terhubung ke VCC melalui sebuah low pass filter.

18. AREF

AREF adalah pin referensi analog untuk A/D Converter.

2.7 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, 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 servo.

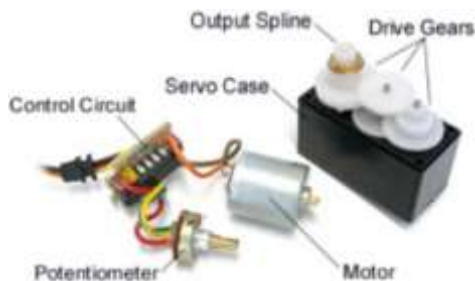


Gambar 2. 6 Motor Servo

2.7.1 Komponen Motor Servo

Motor servo pada dasarnya dibuat menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan controler dan sensor posisi sehingga dapat memiliki gerakan 0°, 90°, 180° atau 360°. Berikut adalah komponen internal sebuah motor servo 180°.

Tiap komponen pada motor servo diatas masing-masing memiliki fungsi sebagai controler, driver, sensor, girbox dan aktuator. Pada gambar diatas terlihat beberapa bagian komponen motor servo. Motor pada sebuah motor servo adalah motor DC yang dikendalikan oleh bagian controler, kemudian komponen yang berfungsi sebagai sensor adalah potensiometer yang terhubung pada sistem girbox pada motor servo.



Gambar 2. 7 Komponen Motor Servo

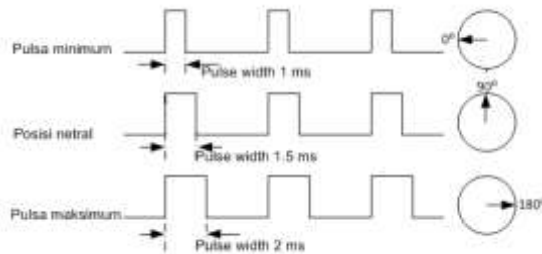
2.7.2 Keunggulan Motor Servo

Berikut merupakan keunggulan dari Motor Servo dalam pembuatan rumah cerdas :

1. Tidak bergetar dan tidak ber-resonansi saat beroperasi.
2. Daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor.
3. Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan.
4. Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti encoder yang dipakai.
5. Tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi.

2.7.3 Pengendalian Motor Servo

Untuk menjalankan atau mengendalikan motor servo berbeda dengan motor DC. Karena untuk mengendalikan motor servo perlu diberikan sumber tegangan dan sinyal kontrol. Besarnya sumber tegangan tergantung dari spesifikasi motor servo yang digunakan. Sedangkan untuk mengendalikan putaran motor servo dilakukan dengan mengirimkan pulsa kontrol dengan frekuensi 50 Hz dengan periode 20ms dan duty cycle yang berbeda. Dimana untuk menggerakkan motor servo sebesar 90o diperlukan pulsa dengan ton duty cycle pulsa positif 1,5ms dan unjtuk bergerak sebesar 180o diperlukan lebar pulsa 2ms. Berikut bentuk pulsa kontrol motor servo dimaksud.



Gambar 2. 8 Pulsa Kendali Motor Servo

2.8 Motor DC

Motor DC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC. Motor DC atau motor arus searah sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung dan tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana

diperlukan penyalan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.

2.8.1 Komponen Utama Motor DC

Komponen utama pada motor DC terdiri dari 3 bagian yaitu :

1. Kutub Medan Magnet

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan kumparan motor DC yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

2. Kumparan Motor DC

Bila arus masuk menuju kumparan motor DC, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. kumparan motor DC yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, kumparan motor DC berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan kumparan motor DC.

3. Commutator Motor DC

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam kumparan motor DC. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara kumparan motor DC dan sumber daya.

2.8.3 Kenggulan Motor DC

Keuntungan utama motor DC adalah dalam hal pengendalian kecepatan motor DC tersebut, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur :

Tegangan kumparan motor DC – meningkatkan tegangan kumparan motor DC akan meningkatkan kecepatan

Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya.

Motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC. Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan kumparan motor DC ditunjukkan dalam persamaan berikut :

Gaya Elektromagnetik	: $E = K \Phi N$
Torsi	: $T = K \Phi I_a$

Dimana:

- E = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal kumparan motor DC (volt)
- Φ = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan
- N = kecepatan dalam RPM (putaran per menit)
- T = torque electromagnetik
- I_a = arus kumparan motor DC
- K = konstanta persamaan

2.8.4 Jenis – jenis Motor DC

Motor DC memiliki bermacam jenis, diantaranya :

1. Motor DC Sumber Daya Terpisah/ Separately Excited

Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah / separately excited.

2. Motor DC Sumber Daya Sendiri/ Self Excited: Motor Shunt

Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti diperlihatkan dalam gambar dibawah. Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus kumparan motor DC.

Berikut tentang kecepatan motor shunt (E.T.E., 1997):

- a. Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang, lihat Gambar diatas dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
- b. Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan kumparan motor DC (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

3. Motor DC Daya Sendiri: Motor Seri

Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti ditunjukkan dalam gambar dibawah. Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus kumparan motor DC. Berikut tentang kecepatan motor seri (Rodwell International Corporation, 1997; L.M. Photonics Ltd, 2002) :

- a. Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM
- b. Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.
- c. Motor-motor seri cocok untuk penggunaan yang memerlukan torque penyalan awal yang tinggi, seperti derek dan alat pengangkat hoist seperti pada gambar berikut.

4. Motor DC Kompon/Gabungan

Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti yang ditunjukkan dalam gambar dibawah. Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalan awal yang dapat ditangani oleh motor ini. Contoh, penggabungan 40-50% menjadikan motor ini cocok untuk alat pengangkat hoist dan derek, sedangkan motor kompon yang standar (12%) tidak cocok (myElectrical, 2005).

2.9 Liquid Crystal Display

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD berfungsi menampilkan status kerja dari suatu alat.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan back light.

Berikut merupakan datasheet lcd 16x2 :

Tabel 2. 3 Kisaran Nilai Optimum pada Pemeliharaan Udang.

PIN	Deskripsi
1	Ground
2	Vcc
3	Pengatur kontras
4	“RS” Instruction/Register Select
5	“R/W” Read/Write LCD Registers
6	“EN” Enable
7-14	Data I/O Pins
15	Vcc
16	Ground

2.9.1 Cara kerja LCD

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table diskripsi, interface LCD merupakan sebuah parallel bus, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan

data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroller mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menset EN ke kondisi high “1” dan kemudian menset dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus.

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0” dan tunggu beberapa saat (tergantung pada datasheet LCD), dan set EN kembali ke high “1”. Ketika jalur RS berada dalam kondisi low “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi high atau “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus diset ke “1”. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi high “1”, maka program akan melakukan query (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke “0”. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara parallel baik 4-bit atau 8-bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi interface LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

Mode 8-bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7-bit (3 pin untuk kontrol, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroller dan LCD. Jika bit ini di set ($RS = 1$), maka byte pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset ($RS = 0$), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca.