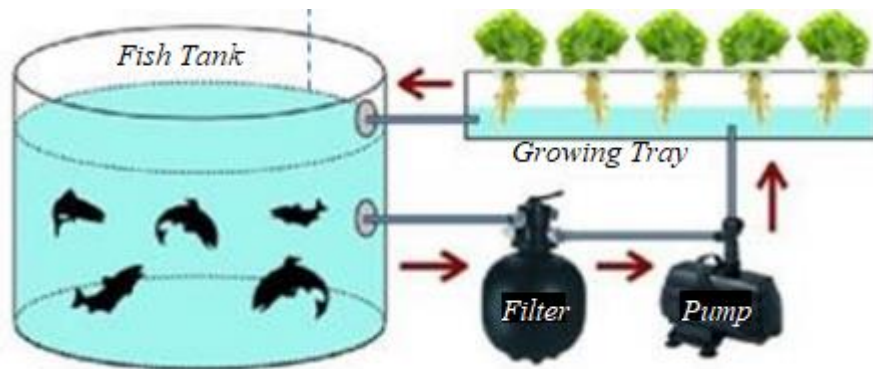


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Akuaponik

Akuaponik adalah sistem terintegrasi yang menghubungkan hidroponik produksi tanaman dengan budidaya resirkulasi. Salah satu subsistem yang paling kompleks dan penting dari budidaya resirkulasi adalah biofiltrasi dan pembuangan limbah ikan [16]. Makanan ikan yang tertinggal dikolam bisa menjadi racun bagi ikan itu sendiri. Tanaman mengambil manfaat nutrisi dari kotoran ikan, sedangkan ikan menggunakan air bersih yang disaring oleh akar tanaman. Sistem ini menggunakan metode *Deep Flow Technique* (DFT) dimana air dari kolam mengalir ke akar tanaman, dan dengan kemiringan tertentu, air mengalir lagi ke kolam [17]. Contoh sistem akuaponik dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem akuaponik [17]

Gambar 2.1 merupakan salah satu sistem pada akuaponik. Air dari kolam ikan mengalir ke tanaman dengan menggunakan pompa air. Limbah ikan bisa menjadi nutrisi bagi tanaman, sedangkan ikan mendapatkan air bersih yang sudah disaring oleh akar tanaman.

#### 2.2 Kualitas Air

Kualitas air tidak terbatas pada karakteristik air, tetapi lebih dinamis yang merupakan hasil dari proses faktor lingkungan dan proses biologi, untuk menghasilkan kualitas air yang baik maka perlu ada kegiatan monitoring yang rutin. Kebutuhan kualitas air tiap spesies berbeda bahkan dalam setiap tahap perubahan dalam satu siklus hidup dalam satu spesies, sehingga kondisi air media

harus diuji terlebih dahulu sebelum membuat keputusan dan mengambil tindakan selanjutnya. Pembudidayaan harus memahami hal-hal penting yang perlu mendapat perhatian ketika sedang melakukan budidaya [18]. Berikut beberapa penjelasan singkat mengenai parameter kualitas air yang harus diperhatikan dalam pengembangan akuaponik.

#### 1. Derajat Keasaman (pH)

pH adalah ukuran seberapa asam atau basa pada air. Rentang pH adalah 0 sampai 14, dengan 7 adalah netral dan pH kurang dari 7 menunjukkan keasaman, sedangkan pH lebih besar dari 7 menunjukkan basa. pH benar-benar merupakan ukuran jumlah relatif ion hidrogen dan hidroksil bebas didalam air. Air yang memiliki lebih banyak ion hidrogen bebas adalah bersifat asam, sedangkan air yang memiliki lebih banyak ion hidroksil bebas bersifat basa [18]. Alkalinitas merupakan kapasitas air untuk menetralkan tambahan asam, tanpa menurunkan pH larutan.

#### 2. Alkalinitas

Alkalinitas merupakan penyangga (*buffer*) terhadap pengaruh pengasaman. Alkalinitas dinyatakan dalam mg CaCO<sub>3</sub>/liter air (PPM) [19].

#### 3. Suhu

Suhu merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Suhu pada media budidaya ikan bisa berpengaruh terhadap laju pertumbuhan, laju metabolisme serta nafsu makan ikan. Suhu air mempengaruhi kerja enzim pada bakteri, yaitu semakin tinggi suhu air maka proses metabolisme bakteri bisa meningkat sehingga aktifitas penguraian nitrogen semakin cepat [20].

#### 4. TDS

Salah satu faktor yang sangat penting dan menentukan bahwa air yang layak konsumsi adalah kandungan TDS (*Total Dissolved Solid*) atau total kandungan unsur mineral dalam air [21].

### 2.3 Jenis-jenis ikan

Sesuai dengan standard PP No. 82 tahun 2001, kisaran TDS untuk kegiatan budidaya ikan yaitu 1000 mg/L, yang artinya semakin kecil konsentrasi yang

berada diperairan tersebut semakin baik juga untuk pemeliharaan ikan [22]. Berikut contoh jenis-jenis ikan yang biasa untuk dibudidaya.

1. Ikan Mas

Ikan mas dapat hidup dan berkembang baik pada ketinggian 150 sampai 600 m diatas permukaan laut (dpl) dengan suhu optimal 25 s.d. 30 °C. pH antara 6,5 sampai 7 dan dengan nilai TDS 1100 PPM [23].

2. Ikan Nila

Ikan nila pH pada air kolam sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila. Nilai pH yang baik untuk ikan nila yaitu 7 s.d. 8,5 [24].

## 2.4 Jenis-jenis Tanaman

Setiap tanaman membutuhkan PPM dan pH yang berbeda-beda, agar bisa tumbuh maksimal, pemberian nutrisi juga harus tepat. Berikut contoh jenis tanaman yang biasa untuk dibudidaya:

1. Bayam

Bayam (*Amaranthus*) merupakan tumbuhan yang biasa ditanam untuk dikonsumsi daunnya sebagai sayuran hijau [25]. TDS pada bayam sekitar 1260 PPM sampai 1610 PPM dan untuk nilai pH berkisar 6,0 s.d. 7,0 [25].

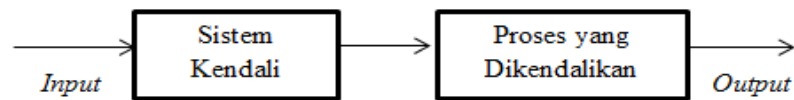
2. Pakcoy

Pakcoy (*Brassica rapa L.*) adalah tanaman sayuran daun yang satu genus dengan sawi [21]. Tingkat keasaman pada pakcoy sekitar 6,5 pH dan nilai TDS adalah 1100 PPM. Tanaman selada (*lactuca sativa L*) termasuk dalam *family compositae*. TDS pada selada sekitar 560 PPM sampai 840 PPM dan nilai pH yang optimum berkisar antara 6 s.d. 7 [26].

## 2.5 Sistem Kendali

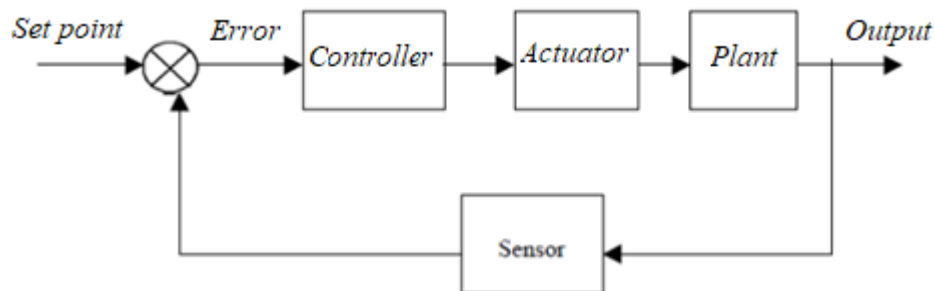
Sistem kendali didasarkan pada dasar-dasar teori umpan balik dan analisis sistem linear. Sebuah sistem kendali adalah interkoneksi komponen yang membentuk konfigurasi sistem yang akan memberikan respon sistem yang diinginkan [27]. Sistem kendali dibedakan menjadi dua, yaitu jaringan tertutup (*closed loop*) dan jaringan terbuka (*open loop*).

Sistem kendali *loop* terbuka merupakan sistem kendali dengan sinyal keluaran yang tidak memiliki pengaruh terhadap aksi pengendaliannya. Sinyal keluaran tidak diumpun balik untuk dibandingkan dengan sinyal masukan [28]. Berikut blok diagram sistem kendali *loop* terbuka dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Blok Diagram Sistem Kendali *Loop* Terbuka [28]

Gambar 2.2 merupakan diagram sistem kendali terbuka (*open loop*) adalah sistem yang nilai keluarannya tidak diumpun-balikan ke masukannya, artinya nilai acuan (*setpoint*) pada masukan akan bernilai tetap sehingga tanggapan keluaran tergantung dari kalibrasi sistem itu sendiri [29]. Sistem pengaturan *loop* tertutup merupakan suatu sistem pengaturan dimana sinyal keluaran mempunyai pengaruh langsung terhadap aksi kontrol. Sistem ini terdapat jaringan umpan balik [30].



Gambar 2.3 Blok Diagram Sistem Kendali *close loop* [30]

Pada gambar 2.3 merupakan diagram sistem kendali tertutup (*close loop*). Keluaran sistem akan selalu memberikan *feedback* ke masukan sampai hasil keluarannya sesuai yang diinginkan (diatur). Jadi keluaran akan berhenti memberikan *feedback* apabila hasilnya sudah sesuai.

### 2.5.1 Karakteristik Respon Kendali

Seringkali, karakteristik performansi sistem kendali dinyatakan dalam bentuk respon transien. Dalam menentukan karakteristik respon transien sistem kendali terhadap masukan tangga satuan ditunjukkan seperti pada Gambar 2.4 dan biasanya dicari parameter berikut [31]:

4. Waktu tunda ( $t_d$ ), adalah waktu yang diperlukan respon untuk mencapai setengah harga naik yang pertama kali.
5. Waktu naik ( $t_r$ ), adalah waktu yang diperlukan respon untuk naik dari 10 sampai 90%, 5 sampai 95%, atau 0 sampai 100% dari harga akhirnya, untuk sistem orde kedua redaman kurang, biasanya digunakan waktu 0 s.d. 100%. Sistem redaman lebih, biasanya digunakan waktu naik 10 s.d. 90%.
6. Waktu puncak ( $t_p$ ), adalah waktu yang diperlukan respon untuk mencapai puncak lewatan yang pertama kali.
7. (Persen) lewatan maksimum ( $M_p$ ), adalah harga puncak maksimum dari kurva respon yang diukur dari satu. Jika harga keadaan tunak respon tidak sama dengan satu, maka biasa digunakan persen lewatan maksimum.
5. *Error Steady State* (ESS) adalah nilai *error* yang terjadi setelah menjadi *setpoint*.
6. Waktu penetapan ( $t_s$ ), adalah waktu yang diperlukan kurva respon untuk mencapai dan menetap dalam daerah sekitar harga akhir yang ukurannya ditentukan dengan presentase mutlak dari harga akhir (biasanya 5% atau 2%).

## 2.6 Fuzzy Logic

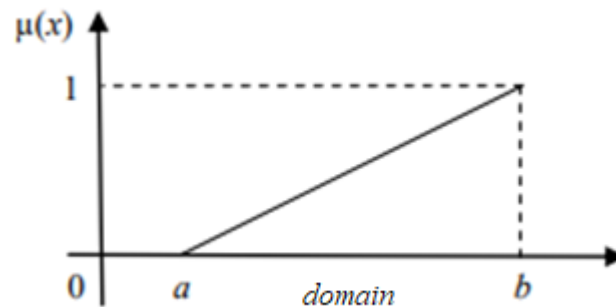
Fuzzy logic digunakan untuk menyatakan hukum operasional dari suatu sistem dengan ungkapan bahasa, bukan dengan persamaan matematis. Banyak sistem yang terlalu kompleks untuk dimodelkan secara akurat, meskipun dengan persamaan matematis yang kompleks, dalam kasus seperti itu, ungkapan bahasa yang digunakan dalam Fuzzy logic dapat membantu mendefinisikan karakteristik operasional sistem dengan lebih baik. Teori himpunan klasik yang disebut juga dengan himpunan *crisp* (himpunan tegas) hanya dikenal dua kemungkinan dalam fungsi keanggotaannya, yaitu kemungkinan termasuk keanggotaan himpunan (logika 1) atau kemungkinan berada diluar keanggotaannya (logika 0). Teori himpunan Fuzzy tidak hanya memiliki dua kemungkinan dalam menentukan sifat keanggotaannya tetapi memiliki derajat keanggotaan yang nilainya antara 0 dan 1 [32].

Fuzzifikasi adalah proses dimana mengolah masukan berupa bilangan *crisp* menjadi himpunan Fuzzy [33]. Terdapat beberapa bentuk fungsi yang bisa

digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan dengan melalui pendekatan fungsi [34]:

### 1. Representasi linier

Representasi linier naik merupakan pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya yang digambarkan menggunakan suatu garis lurus. Terdapat dua keadaan himpunan Fuzzy yang linier.

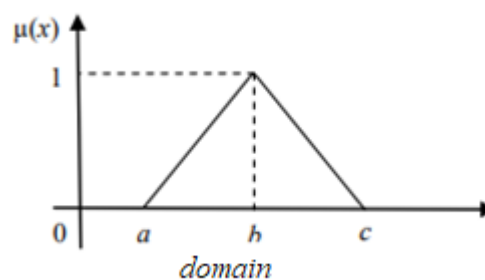


Gambar 2.4 Representasi linier naik

Pada Gambar 2.4 kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

### 2. Representasi kurva segitiga

Representasi kurva Segitiga merupakan gabungan antara dua garis linier yaitu garis linier naik dan garis linier turun.

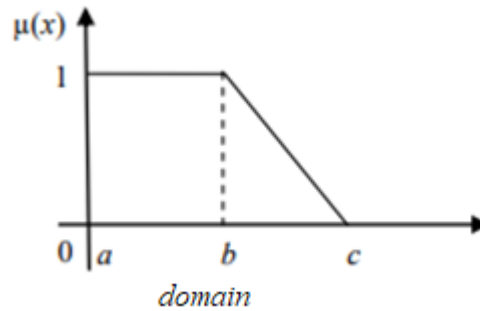


Gambar 2.5 Representasi kurva segitiga

Pada gambar 2.5 representasi kurva segitiga, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan dengan bentuk segitiga dimana pada dasarnya bentuk segitiga tersebut gabungan antara 2 garis (*linear*). Nilai-nilai disekitar b memiliki derajat keanggotaan turun yang cukup tajam.

### 3. Representasi kurva bahu

Representasi kurva bentuk bahu terdiri dari kurva bentuk bahu kiri dan kurva bentuk bahu kanan. Representasi kurva bentuk bahu kiri merupakan gabungan dari garis yang memiliki nilai keanggotaan satu dengan garis linier turun.



Gambar 2.6 Representasi kurva bahu

Pada gambar 2.6 himpunan Fuzzy bahu, bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri *variabel* suatu daerah Fuzzy. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar.

Inferensia Fuzzy merupakan sistem yang menggunakan teori himpunan Fuzzy untuk memetakan *input* menjadi *output*. Struktur dasar dari sistem inferensia Fuzzy terdiri dari tiga komponen konseptual yaitu [35]:

1. Aturan dasar, terdiri dari aturan Fuzzy yang telah diseleksi.
2. Basis data (kamus), dimana mendefinisikan fungsi keanggotaan yang digunakan pada aturan Fuzzy.
3. Mekanisme penalaran, yang melakukan prosedur inferensi pada aturan dan diberikan fakta untuk mendapatkan *output* yang wajar atau kesimpulan.

*Input* dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan Fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan Fuzzy, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan Fuzzy tersebut, sehingga jika diberikan suatu himpunan Fuzzy dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai keluarannya. Ada beberapa metode defuzzifikasi pada mamdai [36].

## 2.7 Sensor

Sensor merupakan perangkat pendukung untuk mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik. Secara umum semua sensor bekerja secara *analog*. Besaran yang dihasilkan oleh sensor adalah besaran *analog*, yaitu berupa arus listrik dengan nilai tegangan tertentu, agar arus listrik yang dihasilkan sensor dapat diproses secara *digital* maka besaran tersebut harus diubah menjadi besaran *digital* [37].

Pada dasarnya sensor dan transduser mempunyai definisi sama yaitu menerima rangsangan dari luar dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Sensor dan transduser mempunyai perbedaan yang sangat kecil yaitu pada koefisien konversi energi. Sensor itu sendiri terdiri dari transduser atau tanpa penguat atau pengolahan sinyal yang terbentuk dalam satu indera [38].

Sensor tidak beroperasi sendiri, umumnya sensor merupakan bagian dari sistem yang terdiri dari pengkondisi sinyal dan berbagai rangkaian pemrosesan sinyal *analog* atau *digital* [39].

### 2.7.1 Karakteristik Statik Alat ukur

Karakteristik statis instrumen merupakan hubungan antara *output* sebuah elemen (instrumen) dengan *inputnya* ketika *inputnya* konstan maupun berubah perlahan, yang termasuk dalam karakteristik statis adalah *range*, linieritas, sensitivitas, resolusi, akurasi, presisi, toleransi [40].

1. *Range* adalah nilai minimum hingga maksimum suatu elemen. *Range* terdiri dari *range input* dan *range output*.
2. *Span* merupakan selisih nilai maksimum dengan nilai minimum. *Span* terdiri dari *span input* dan *span output*.
3. Linieritas merupakan hubungan nilai *input* dan *output* alat ukur ketika terletak pada garis lurus. Garis lurus ideal merupakan garis yang menghubungkan titik minimum *input* atau *output* dengan titik maksimum *input* atau *output*.
4. Dalam beberapa keadaan, bahwa dari persamaan linieritas muncul garis yang tidak lurus yang biasa disebut non-linier atau tidak linier. Didalam fungsi garis yang tidak linier ini menunjukkan perbedaan antara hasil pembacaan actual atau nyata dengan garis lurus idealnya.



5. Sensitivitas diartikan seberapa peka sebuah sensor terhadap besaran yang diukur. Sensitivitas juga bisa diartikan sebagai perubahan *output* alat dibandingkan perubahan *input* dalam satu satuan.
6. Resolusi merupakan perubahan terbesar dari *input* yang dapat terjadi tanpa adanya perubahan pada *output*
7. Akurasi merupakan ketepatan alat ukur untuk memberikan nilai pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya.
8. Presisi adalah kemampuan instrument atau elemen untuk menampilkan nilai yang sama pada pengukuran berulang singkat.

### 2.7.2 Sensor TDS Meter

TDS Sensor merupakan sensor kompatibel arduino yang digunakan untuk mengukur kadar TDS pada air. TDS sendiri merupakan kadar konsentrasi objek solid yang terlarut dalam air. Semakin tinggi nilai TDS nya maka semakin keruh airnya, begitupun sebaliknya. Semakin rendah nilai TDS nya maka semakin jernih pula air tersebut [41].



Gambar 2.7 TDS meter analog kit [41]

Gambar 2.7 merupakan sensor TDS meter yang berfungsi untuk membaca nilai TDS pada air. Satuan nilai pada TDS yaitu PPM. Sensor TDS meter mempunyai 3 pin.

### 2.7.3 Sensor pH meter analog kit

Sensor pH *Meter Analog Kit* adalah alat ukur pada tingkat keasaman cairan (pH) yang menggunakan penginderaan pengukur standar industri sebagai komponen utamanya. Elektroda sensor terbuat dari membran kaca sensitif dengan impedansi kecil sehingga menghasilkan hasil pengukuran dengan respon cepat dan stabilitas terhadap suhu tinggi. Hasil pembacaan sensor bisa langsung diakses oleh mikrokontroler melalui antarmuka pH yang terdapat pada sensor. Sensor ini sangat ideal untuk aplikasi pengukuran pH cairan dalam jangka panjang [42].



Gambar 2.8 pH meter analog kit [42]

Gambar 2.8 merupakan sensor pH yang berfungsi untuk membaca nilai keasaman pada air. Satuan nilai pada keasaman yaitu pH. Sensor pH meter memiliki 3 pin.

## 2.8 Komponen Sistem Pengendali

Pada alat yang dibuat terdapat beberapa komponen yang berfungsi sebagai pendukung agar alat yang dibuat berjalan sesuai. Berikut beberapa komponen yang dibutuhkan untuk alat yang dibuat:

ESP32 adalah nama dari mikrokontroler menawarkan jaringan *wifi* yang mandiri sebagai jembatan dari mikrokontroler yang ada ke jaringan *wifi*. ESP32 menggunakan prosesor dual core yang berjalan. mikrokontroler ESP32 dapat dijadikan pilihan untuk digunakan pada alat peraga *interface* mikrokontroler karena mikrokontroler ini memiliki *interface* yang lengkap, juga memiliki *wifi*

yang sudah tertanam pada mikrokontroler sehingga tepat untuk digunakan pada alat peraga atau *trainer Internet of Things*. ESP32 memiliki spesifikasi seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.1 [43].

Tabel 2.1 Spesifikasi ESP 32

No	Atribut	Detail
1	Tegangan	3,3 V
2	Prosesor	<i>Tensilica</i> L108 32 bit
3	Kecepatan prosesor	Dual 160MHz
4	RAM	520K
5	GPIO	34
6	ADC	7
7	Dukungan 802.11	11b/g/n/e/i
8	<i>Bluetooth</i>	BLE ( <i>Bluetooth Low Energy</i> )
9	SPI	3
10	I2C	2
11	UART	3

Pada tabel 2.1 merupakan spesifikasi pada mikrokontroler esp32. Esp 32 memiliki 38 kaki pin, dan tegangan yang dihasilkan dari esp 32 yaitu 3.3V. Esp 32 juga memiliki modul *wifi* yang bisa langsung digunakan oleh *user*.

Catu daya (*power supply*) adalah suatu rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus listrik searah. Catu daya merupakan sebuah peralatan yang berfungsi sebagai penyedia daya untuk peralatan lainnya [44].

Relay adalah Saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (Coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar atau *switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi [45].

Pompa atau *water pump* adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus. Pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran [46].

MIT App Inventor adalah aplikasi *web open-source* yang awalnya disediakan oleh Google untuk memungkinkan pendatang baru dalam pemrograman komputer membuat aplikasi perangkat lunak pada android menggunakan antarmuka grafis hanya dengan *drag-and-drop* saja. *App Inventor* bertujuan untuk membuat pemrograman menyenangkan dan mudah diakses oleh pemula [47].

Basis data (*database*) adalah kumpulan dari berbagai data yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya. Basis data tersimpan diperangkat keras, serta dimanipulasi dengan menggunakan perangkat lunak. Pendefinisian basis data meliputi spesifikasi dari tipe data, struktur dan batasan dari data atau informasi yang akan disimpan. *Database* merupakan salah satu komponen yang penting dalam sistem informasi, karena merupakan basis dalam menyediakan informasi pada para pengguna atau *user* [48]. *Database* pada konsep yang sekarang ini lebih diterapkan pada penyimpanan awan (*cloud*). Banyak sistem penyimpanan *cloud* yang dapat digunakan pada sekarang ini yaitu seperti, *MySQL, Firebase, Thingspeak* dan lain-lain.

*Firebase* merupakan salah satu dari sejumlah penyedia layanan mBaaS. *Firebase* memberikan layanan untuk *service develop* pada saat pengembangan aplikasi yaitu (1) *realtime database* (2) *authentication* (3) *cloud messaging* (4) *storage* (5) *hosting* (6) *test lab* (7) *crash reporting* dan (7) *cloud functions* [49]. *Firebase* merupakan *platform* dibawah perusahaan Google.

## 2.9 Kajian Pustaka

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat acuan dari beberapa penelitian terdahulu yang menjadi sangat penting untuk ditinjau dan dibahas dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara penelitian yang dilakukan dengan penelitian terdahulu, sehingga dengan menambahkan acuan tersebut, dapat menghindari adanya suatu duplikasi dalam penelitian yang dilakukan.

1. Pada penelitian dengan judul Kendali pH untuk sistem IoT hidroponik *deep flow technique* berbasis *Fuzzy logic controller*. Penelitian ini membahas tentang sistem kendali pH pada hidroponik dengan metode *Fuzzy logic*. Penelitian ini menggunakan mikrokontroller Arduino Mega2560, sehingga

perlu menambahkan modul *wifi* agar dapat akses ke internet. Data yang digunakan *input* pada penelitian yaitu *error delta error* pH. Penelitian ini menggunakan 3 himpunan disetiap nilai *inputnya*, sehingga mendapatkan 9 aturan [50]. Penelitian menggunakan 2 parameter yaitu pH dan TDS. Penelitian menggunakan 5 himpunan disetiap nilai himpunan, dan penelitian ini menjadi referensi dalam pembuatan *input, output* dan aturan logika Fuzzy pada sistem pengendalian pH dan TDS.

2. Penelitian tentang sistem akuaponik dengan judul Respon Pertumbuhan Berbagai Jenis Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) Menggunakan Sistem Akuaponik Dengan Pada Tebar Berbeda Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp*) Pada Teknologi Bioflok. Penelitian ini membahas tentang kualitas air yang baik bagi tanaman selada dan ikan nila merah. Nutrisi yang dibutuhkan pada tanaman selada sama dengan tanaman pakcoy. Nutrisi untuk ikan nilai sama dengan nilai ikan mas. Nilai keasaman atau pH pada penelitian ini yaitu 6 sampai 7 pH dan untuk nilai TDS yaitu sekitar 1100 PPM [51]. *Setpoint* yang digunakan pada penelitian merujuk pada penelitian ini. Penelitian hanya menggunakan nilai tunggal *setpoint* tidak berupa *range*. *Setpoint* pada penelitian yaitu pH 6 dan untuk TDS 1100 PPM.
3. Pada penelitian yang dilakukan Berdasarkan PH dan TDS Dengan Sistem IoT Menggunakan Logika Fuzzy. Metode Fuzzy sebagai pengendali dan penentu nilai tambah air asam atau basah pada aquascape. pH yang ditetapkan pada sistem ini antara 6,5 s.d. 7,3, dan pada TDS sistem akan melakukan pengurusan terhadap air yang ada pada *aquascape*, dan menambahkan dengan air berkadar TDS lebih rendah, dengan mengkalkulasi berapa penambah yang tepat untuk menjaga TDS air pada aquascape tetap dibawa 150PPM [52].
4. Pada penelitian yang dilakukan oleh Annisa Nurul Sholihah, dkk, mereka membuat Kendali TDS nutrisi hidroponik *deep flow technique* berbasis IoT menggunakan Fuzzy logic, untuk memantau nilai kendali dan nilai parameter peneliti menggunakan aplikasi Android *Blynk* dengan menggunakan *module wifi* NodeMCU ESP8266 sebagai *wireless* [53] Pada penelitian aplikasi untuk memantau nilai parameter yaitu pH dan TDS menggunakan MIT App Inventor 2.

5. Pada penelitian sebelumnya dilakukan membuat sistem pengaturan pH otomatis terhadap air akuarium ikan gurami dengan media aquaponik menggunakan Fuzzy logic control. Peneliti menggunakan mikrokontroler Arduino serta NodeMCU, dan menggunakan sensor pH meter serta sensor HCSR-04. Penelitian ini menggunakan metode Fuzzy logic control. Perhitungan metode Fuzzy dilakukan menggunakan dua parameter *input* yaitu ketinggian air dan pH air akuarium. *Output* dari hasil perhitungan berupa *timer*[54].