

DAFTAR ISTILAH

<i>Fuzzy</i>	: Metode pengambilan keputusan
<i>Smart Farming</i>	: Teknologi yang digunakan pada pertanian
<i>Fish feeder</i>	: Alat pemberi pakan pada ikan
Akuaponik	: Gabungan akuakultur dan hidroponik

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada bidang pertanian semakin berkembang ke arah yang lebih baik. Penelitian yang dilakukan oleh Aryal dkk (2018) mengenai rekayasa lingkungan pada tanaman yang diterapkan di india dengan melakukan penerapan rekayasa lingkungan dilakukan untuk menghindari perubahan iklim yang tidak menentu yang sering terjadi di india maupun di dunia. Perubahan iklim yang tidak menentu mengakibatkan hasil tanaman tidak dapat diprediksi kualitas maupun kuantitasnya. Selain itu, teknologi dibidang pertanian juga banyak yang menggunakan mesin otomatis, seperti mesin pembibitan otomatis dan mesin panen otomatis, robot memiliki potensi yang tinggi untuk menggantikan pekerjaan yang biasa dilakukan oleh manusia seperti menanam benih, menyiram, memberi pupuk, dan memanah hasil dari tumbuhan (Zhao, 2016).

Berkembangnya teknologi dalam bidang pertanian memiliki dampak positif untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas dari produk hasil pertanian maupun perkebunan untuk memenuhi permintaan, teknologi pertanian akan selalu dikembangkan untuk dapat menyelesaikan masalah agar hasil dari pertanian menjadi lebih baik (Kassie dkk, 2015). Meskipun demikian, kementerian Pertanian Republik Indonesia (2018) menyatakan kemarau dan bencana banjir yang terjadi dapat berdampak terhadap ancaman kekeringan dan dapat berpotensi gagal panen, hal ini dapat dilihat pada bulan Januari hingga Agustus 2018 terjadi gagal panen sebesar 0,63% akibat kemarau, pada bulan oktober 2018 terjadi gagal panen sebesar 4,77% akibat banjir. Oleh karena itu diperlukan peran teknologi untuk membantu meningkatkan produktivitas dengan cara melakukan rekayasa lingkungan atau dikenal dengan *smart farming*.

Smart farming merupakan perkembangan teknologi yang diterapkan dalam pertanian maupun peternakan yang memiliki tujuan untuk memecahkan masalah pada pertanian dan peternakan, salah satu dari penerapan *smart farming* adalah hasil dari tanaman lebih stabil, dan pengontrolan tanaman dapat dilakukan berbasis IoT,

smart farming melakukan pengembangan teknologi dalam pertanian yang mempermudah petani dalam melakukan pekerjaannya (Moon, 2018). *Smart farming* mencakup bidang pengembangan pada pertanian maupun peternakan secara luas. Semenjak sistem akuaponik dikenalkan sebagai sistem yang dapat bekerja untuk jangka panjang, hemat biaya, dan ramah lingkungan, petani ladang maupun petani rumahan semakin tertarik untuk melakukan penanaman dengan sistem akuaponik (Kyaw, 2016).

Dengan berkembangnya teknologi *smart farming*, minat untuk bercocok tanam masyarakat urban semakin meningkat, namun lahan tanah yang tersedia pada daerah perkotaan di amerika maupun di dunia semakin berkurang (Treftz, 2016). Hal tersebut didukung oleh data yang didapat pada Kementrian Pertanian Republik indonesia (2018) yang dijelaskan pada Tabel I. 1.

Tabel I. 1 Luas Ladang dan Sawah

Luas Ladang					
	2013	2014	2015	2016	2017
DKI Jakarta	1 Ha	2 Ha	8 Ha	420 Ha	12 Ha
Jawa Barat	217.655 Ha	219.369 Ha	182.490 Ha	186.025 Ha	143.367 Ha
Luas Sawah					
DKI Jakarta	895 Ha	778 Ha	650 Ha	581 Ha	571 Ha
Jawa Barat	925.042 Ha	924.307 Ha	912.794 Ha	913.976 Ha	911.817 Ha

Luas ladang di provinsi yang sebagian besar merupakan daerah perkotaan semakin berkurang luas lahannya. Pada daerah DKI Jakarta terjadi penurunan luas daerah ladang yang awalnya pada tahun 2016 terdapat sebesar 420 Ha menjadi hanya 12 Ha pada tahun 2017, penurunan terjadi sebesar 97,14%. Begitu pula pada provinsi jawa barat yang terdapat 186.025 Ha pada tahun 2016 menjadi 143.367 pada tahun 2017, penurunan terjadi sebesar 22,93%. Untuk luas sawah pada provisini DKI Jakarta ditahun 2016 memiliki luas lahan sebesar 581 Ha dan mengalami penurunan sebesar 1,81% pada tahu 2017 dengan luas lahan menjadi 571 Ha. Untuk daerah jawa barat pada tahun 2016 terdapat sebesar 913.976 Ha luas lahan sawah, namun juga mengalami penurunan pada tahun 2017 menjadi 911.817 Ha. Penurunan luas

lahan sawah yang terjadi di Jawa Barat adalah sebesar 0,24%. Hal tersebut terjadi akibat semakin bertambahnya pembangunan bangunan dan jalan yang terjadi di provinsi DKI Jakarta dan Jawa Barat. Oleh karena itu dibutuhkan teknologi *smart farming* yang cocok untuk daerah perkotaan yang sulit untuk mendapatkan media tanah, dan memanfaatkan potensi yang dimiliki oleh masyarakat urban yaitu tertarik dengan pengembangan teknologi dan terlebih lagi telah tersedia fasilitas teknologi yang lebih mumpuni pada daerah perkotaan (Kyaw dan Ng, 2017).

Dengan meningkatnya minat terhadap terhadap *smart farming* tanpa menggunakan media tanah, salah satu konsep dari *smart farming* tersebut adalah akuaponik. Akuaponik merupakan budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah, akuaponik menggabungkan produksi hidroponik tanaman dan budidaya perikanan kedalam sistem pertanian untuk memasok nitrogen dan memanfaatkan penggunaan sumber daya yang tidak dapat diperbaharukan, sehingga memberikan manfaat ekonomi yang dapat meningkat (Tyson dkk, 2011). Berbeda dengan hidroponik, hidroponik adalah budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Kebutuhan air pada hidroponik lebih sedikit dari pada kebutuhan air pada budidaya dengan pada tanah. Hidroponik menggunakan air yang lebih efisien, sehingga cocok diterapkan pada daerah yang memiliki pasokan air yang terbatas (Kyaw dan Ng, 2017). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Fitmawati dkk (2018) dengan melakukan penanaman dengan menggunakan akuaponik sistem *deep flow technique* (DFT) di desa sungai bawang menyatakan bahwa sistem akuaponik *deep flow technique* (DFT) merupakan sistem akuaponik yang mampu menyediakan air dan oksigen untuk tanaman dan cocok untuk diterapkan untuk penanaman sayuran pada daerah tersebut.

Dilihat dari minat masyarakat perkotaan yang tertarik dalam pengembangan teknologi maka konsep dari *smart farming* akuaponik dapat lebih dikembangkan kearah pengembangan teknologi. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Moon (2018) *Smart farming* menggunakan pemanfaatan dari IoT untuk melakukan *controlling* dan *Monitoring* agar mempermudah petani dalam melakukan tugasnya, juga dapat membuat tanaman menjadi lebih baik karena segala variabel yang harus

dikontrol dapat dilakukan secara otomatis. Pengontrolan secara otomatis dilakukan dengan memperhatikan variabel-variabel yang harus diperhatikan pada sistem akuaponik sehingga produktivitas dari tanaman dapat meningkat. Pengontrolan yang harus dilakukan pada sistem hidroponik atau akuaponik adalah tingkat pH air, tingkat nutrisi pada air, dan tinggi air pada kolam (Treftz, 2018). Dalam pengontrolan dari variabel tersebut maka dibutuhkan aplikasi pemrograman dalam pengambilan keputusan untuk melakukan sebuah tindakan pengontrolan pH, EC dan ketinggian air.

Salah satu pemrograman pengambilan keputusan adalah logika *fuzzy*, seperti yang dikatakan oleh Iliev dkk (2014) logika *fuzzy* adalah logika pengambilan keputusan pada daerah samar, logika *fuzzy* dapat melakukan desain pengontrolan pada greenhouse, logika *fuzzy* dapat digunakan untuk analisis keputusan pada pengontrolan pH dan EC, logika *fuzzy* digunakan untuk diterapkan pada controller untuk menentukan tindakan yang dilakukan oleh controller, fungsi dari keanggotaan *fuzzy* dihasilkan dari simulasi dan analisis dari sistem kontrol yang digunakan, pengontrolan yang dibuat dapat menghemat energi dan air yang digunakan.

Berangkat dari ingin mewujudkan minat masyarakat urban untuk dapat melakukan cocok tanam tanpa menggunakan media tanah, dan dengan memanfaatkan teknologi yang dimiliki oleh masyarakat perkotaan, maka dibuat penelitian mengenai perancangan sistem akuaponik berbasis IoT. Sistem akuaponik yang dirancang adalah salah satu jenis akuaponik yang sudah ada yaitu *deep flow technique* (DFT) dengan menggunakan sensor pH, EC, dan ultrasonik sebagai pendeteksi ketinggian air. Pengujian pada kualitas air menggunakan metode logika *fuzzy*. Penelitian ini juga mencari berapa besar perbedaan pertumbuhan pada tinggi tanaman dengan menggunakan sistem konvensional dengan sistem hidroponik DFT.

I.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem akuaponik *Deep Flow Technique* (DFT) berbasis IoT?

2. Bagaimana merancang sistem untuk mengetahui kualitas air dengan menggunakan logika *fuzzy* mamdani?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat merancang sistem akuaponik *Deep Flow Technique* (DFT) berbasis IoT
2. Dapat mengetahui kualitas air pada sebelum menggunakan sistem otomatis dengan setelah menggunakan sistem otomatis dengan menggunakan metode logika *fuzzy* mamdani

I.4 Batasan Masalah

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek yang dijadikan parameter pada sistem ini adalah *Monitoring* kadar pH, kadar EC, suhu dan ketinggian air pada kolam ikan, juga *controlling* untuk kadar PH, ketinggian air pada kolam, dan pemberian makan pada ikan
2. Sistem akuaponik yang digunakan adalah *Deep Flow Technique* (DFT)
3. Metode yang digunakan untuk pengujian sistem akuaponik pada penelitian ini adalah logika *fuzzy* mamdani
4. Penelitian tidak mengukur pertumbuhan ikan

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan alternatif dalam bidang bercocok tanam
2. Memberikan kemudahan dalam melakukan *monitoring* dan *controlling* sistem akuaponik dari jarak jauh
3. Kebutuhan kapasitas air, dan pH pada sistem akuaponik dapat dikontrol dengan otomatis
4. Dapat melakukan *monitoring* dan *controlling* sistem akuaponik secara *realtime*

I.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini diuraikan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan uraian mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dari penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan tentang studi literatur dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, beserta teori-teori yang berkaitan dengan pembuatan akuaponik dan menjabarkan peralatan yang digunakan dalam pembuatan akuaponik, guna mengetahui fungsi dari tiap alat yang digunakan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab dijelaskan tentang penjelasan tahap-tahap penelitian yang akan dibuat. Tahap penelitian yang dibuat meliputi model konseptual, sistem pemecahan masalah, sistematika *Monitoring* dan *controlling*.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini dilakukan proses pengumpulan dan pengolahan data terkait dengan penelitian ini. Pada bab ini berisikan perancangan akuaponik berbasis IoT, dan pengolahan data logika *fuzzy* mamdani

BAB V ANALISIS

Pada bab ini dilakukan analisis terhadap data yang telah didapatkan dan diolah pada bab sebelumnya. Analisis yang dilakukan meliputi hasil pengujian dari alat yang sudah dibuat, hasil pengujian dari logika *fuzzy* mamdani, dan perbandingan hasil ketinggian tanaman pada sistem akuaponik dengan sistem konvensional

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan atas penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Sistem Akuaponik *Deep Flow Technique* (DFT)

Hidroponik adalah budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Kebutuhan air pada hidroponik lebih sedikit dari pada kebutuhan air pada budidaya dengan pada tanah. Hidroponik menggunakan air yang lebih efisien, sehingga cocok diterapkan pada daerah yang memiliki pasokan air yang terbatas (Kyaw, 2017).

Dalam kajian bahasa, hidroponik berasal dari kata *hydro* yang berarti air dan *ponos* yang berarti kerja. sehingga, hidroponik memiliki pengertian secara bebas teknik bercocok tanam dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman, atau dalam pengertian sehari-hari bercocok tanam tanpa tanah (Resh dan Howard, 2012). Dari pengertian ini terlihat bahwa munculnya teknik bertanam secara hidroponik diawali oleh semakin tingginya perhatian manusia akan pentingnya kebutuhan pupuk bagi tanaman.

Akuaponik secara garis besar memiliki proses dan sistem yang sama dengan hidroponik, namun akuaponik menggabungkan akuakultur dengan hidroponik. Dalam akuakultur yang normal, ekskresi dari hewan yang dipelihara akan terakumulasi di air dan meningkatkan toksisitas air jika tidak dibuang. Dalam akuaponik, ekskresi hewan diberikan kepada tanaman agar dipecah menjadi nitrat dan nitrit melalui proses alami, dan dimanfaatkan oleh tanaman sebagai nutrisi. Air nutrisi pada akuakultur akan tersalurkan menuju hidropinik dan akan bersirkulasi kembali ke akuakultur.

Hidroponik memiliki beberapa jenis penanaman yang dapat dibedakan berdasarkan bentuk dan cara pengairannya. Salah satu contoh dari sistem akuaponik yang sering digunakan adalah *nutrient film technique*, *vertical system*, *deep water cultrure* dan *deep flow technique*. Penelitian ini berfokus pada sistem akuaponik *DFT* (*deep flow technique*) yaitu cara menanam tanaman dengan mensirkulasikan larutan nutrisi tanaman secara terus-menerus pada rangkaian aliran tertutup. Larutan nutrisi tanaman di dalam kolam dipompa oleh pompa air menuju pipa penampungan

tanaman, kemudian larutan nutrisi tanaman di dalam pipa mengalir kembali menuju kolam. Untuk penggambaran sistem DFT dapat dilihat pada Gambar II. 1.

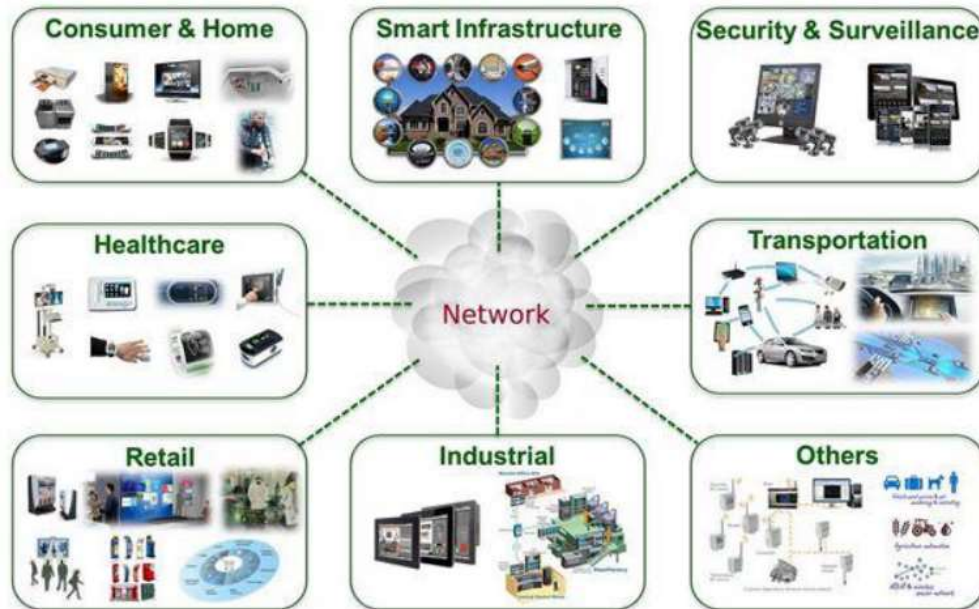


Gambar II. 1 Sistem DFT *Deep Flow Technique* (Datta, 2018)

II. 2 IoT

Menurut Yudhanto (2007) *internet of things* adalah sebuah konsep dari suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer, "*A Things*" pada *internet of things* dapat didefinisikan sebagai subjek. Sejauh ini, IoT paling erat hubungannya dengan komunikasi *machine-to-machine* (M2M) di bidang manufaktur dan listrik, perminyakan, dan gas. Dengan semakin berkembangnya teknologi dan didukung dengan perkembangan fasilitas internet, maka perkembangan dalam bidang IoT juga terus berkembang hingga saat ini dapat menyambungkan peralatan elektronik yang tersambung dalam jaringan loka ataupun global dan terhubung dengan aktuator. Konsep IoT hingga saat ini masih terus dikembangkan terutama pada sektor pembangunan, energi, rumah tangga, kesehatan, industri, transportasi, perdagangan, keamanan, teknologi, dan jaringan. Namun sekarang ini perkembangan IoT tidak hanya pada sektor yang disebutkan tersebut melainkan juga sudah merambah kebidang lainnya salahsatunya pertanian. Pada penelitian ini konsep IoT akan digunakan dalam menghubungkan beberapa sensor sebagai komponen *input* yang akan dihubungkan dengan jaringan internet dengan tujuan untuk dapat melakukan *controlling* dan *monitoring* pada *smartphone*. Menurut ITU (2005) dengan adanya *internet of things* akan diperlukan konektivitas secara terus menerus pada objek dan peralatan yang terhubung seperti jaringan para perusahaan, jaringan *peer-to-peer* bahkan jaringan secara global, oleh

karena itu pengembangan ini akan berpengaruh positif terhadap pengembangan dari perusahaan telekomunikasi untuk mendapatkan peluang yang lebih baik pada bisnis mereka. Untuk gambar dari hubungan IoT dapat dilihat pada gambar II. 2.



Gambar II. 2 Hubungan IoT (Yudhanto, 2007)

Dalam penyusunan sistem IoT pada akuaponik yang akan dibuat, terdapat komponen perangkat keras berikut:

II.2.1 Raspberry Pi 3 B

Raspberry dikenalkan ke pasaran pertama kali pada Februari 2012. Raspberry pi adalah komputer papan tunggal (*single-board circuit; SBC*) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi. (Halfacree, 2018). Berikut merupakan bentuk dari Raspberry Pi 3 B dapat dilihat pada Gambar II. 3.

Spesifikasi dari raspberry pi 3 adalah sebagai berikut:

- a. CPU 4x ARM Cortex-A53, 1.2GHz
- b. GPU Broadcom VideoCore IV
- c. RAM 1GB LPDDR2 (900 MHz)
- d. Networking 10/100 Ethernet, 2.4GHz 802.11n wireless
- e. Bluetooth Bluetooth 4.1 Classic, Bluetooth Low Energy

- f. Storage microSD
- g. 40 pin GPIO
- h. HDMI, 3.5 analogue audio jack, 4x USB 2.0, Ethernet, Camera Serial Interface (CSI), Display Serial Interface (DSI)



Gambar II. 3 Raspberry Pi (Halfacree, 2018)

II.2.2 ADS1115

ADS1115 adalah module yang memiliki fungsi untuk membaca Analog Digital Converter (ADC) dengan menggunakan komunikasi I2C, ADS1115 dapat digunakan dengan pengukuran berbagai sinyal dengan range tegangan dari 2V hingga 5V. Bentuk dari ADS1115 dapat dilihat pada Gambar II. 4.



Gambar II. 4 ADS1115 (ADS, 2016)

Spesifikasi modul ADS1115 adalah sebagai berikut:

- a. Terdapat 4 channel Analog Digital Converter (ADC) yaitu A0, A1, A2, A3
- b. Memiliki resolusi ADC 16 bit
- c. Menggunakan komunikasi I2C (SDA, SCL)
- d. Range tegangan operasional pada 2.0V – 5.5V DC
- e. Memiliki sampling rate dengan range antara 8 – 860 sps (*sampling per second*)
- f. Single Shoot mode: Auto Shut *Down*

II.2.3 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang tahan terhadap air. Sensor ini menggunakan satu kabel sinyal sehingga mudah dalam aplikasinya. Sensor DS18B20 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Dapat mengukur suhu $-55^{\circ}\text{C} - 125^{\circ}\text{C}$
- b. Range tegangan operasional $3\text{V} - 5.5\text{V}$
- c. Memiliki tingkat ketelitian $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- d. Tahan air

Bentuk dari sensor suhu yang digunakan dapat dilihat pada Gambar II. 5.



Gambar II. 5 Sensor Suhu DS18B20 (Maxim Integrated, 2015)

II.2.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor untuk mengukur jarak dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Sensor ini memantulkan gelombang lalu menangkapnya kembali, jarak waktu yang diterima adalah sebuah *input* sebagai jarak dari objek. Bentuk dari sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar II. 6.



Gambar II. 6 Sensor Ultrasonik HC-SR04 (Amani, 2016)

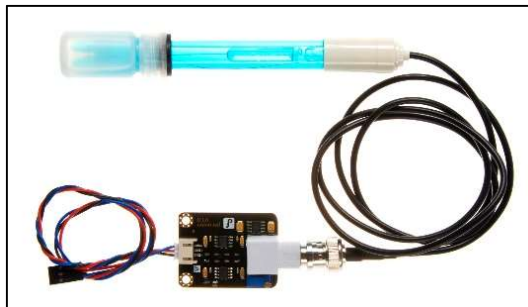
Spesifikasi dari sensor HC-SR04 adalah sebagai berikut:

- a. Jarak deteksi 2 – 400 cm
- b. Tegangan kerja 5V DC
- c. Frekuensi ultrasonik 40kHz

II.2.5 Sensor PH SEN0161

Sensor pH SEN0161 adalah sensor yang dapat mengukur tingkat pH pada air. Sensor memberikan *input* dan dapat dilihat melalui aplikasi. Sensor pH dibutuhkan karena tiap jenis tumbuhan membutuhkan kadar pH yang berbeda. Sensor pH yang digunakan dapat dilihat pada Gambar II. 7. Spesifikasi dari sensor pH SEN0161 adalah sebagai berikut:

- a. Tegangan kerja 5V
- b. Dapat mengukur 0-14 pH
- c. Dapat mengukur dengan baik pada keadaan suhu 0 – 60 °C
- d. Tingkat ketelitian +/- 0.1pH pada suhu 25°C
- e. Waktu respon kurang dari samadengan 1 menit



Gambar II. 7 Sensor PH SEN0161 (DFRobot, 2017)

II.2.6 Sensor EC SEN0244

Sensor EC SEN0244 digunakan untuk mengukur kadar zat terlarut dalam air, bisa disebut TDS (total dissolve solid), PPM (part per million), atau EC (electron conductivity). Semakin tinggi nilai yang terbaca dalam sensor EC maka semakin tinggi kepekatan nutrisi yang terdapat pada air. Sensor EC SEN0244 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Tegangan kerja 3.3V – 5.5V
- b. Dapat mengukur 0 – 1000ppm
- c. Tingkat ketelitian +/- 10% pada suhu 25°C
- d. Tahan air

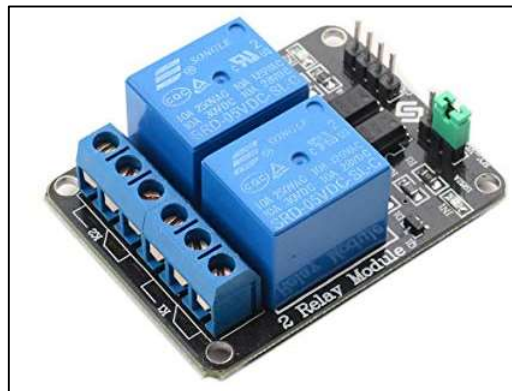
Sensor EC yang digunakan dapat dilihat pada Gambar II. 8.



Gambar II. 8 Sensor EC SEN0244 (DFRobot, 2017)

II.2.7 Relay

Relay switch adalah sebuah saklar yang menggunakan arus listrik untuk menghidupkan dan mematikan kontakannya. relay digunakan sebagai saklar untuk mengontrol alat yang menggunakan daya listrik yang lebih besar. Relay yang digunakan dapat dilihat pada Gambar II. 9.



Gambar II. 9 Relay (Songle, 2012)

Input tegangan untuk menggerakkan relay ini adalah menggunakan *input* listrik DC sebesar 5V. Relay dapat menghantarkan listrik AC maupun DC.

II.2.8 Mini Fluid Pump

Mini fluid pump adalah alat berukuran kecil yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain. Pompa mini ini dapat memompa cairan dalam daya dan debit air yang lebih sedikit. Alat ini membutuhkan daya 12V DC untuk menggerakkan motornya. Mini fluid pump ini dapat diatur kecepatan daya

hisapnya. Terdapat dua pilhan kecepatan yang dapat dipilih untuk pengaturan kecepatan. Bentuk dari mini fluid pump dapat dilihat pada Gambar II.10.



Gambar II. 10 Mini *Fluid Pump*

II.2.9 Water Pump

Water pump adalah alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain. Pompa mini ini dapat memompa cairan dalam daya dan debit air yang lebih besar dibandingkan dengan mini fluid pump. Daya yang digunakan untuk menggerakkan pompa ini adalah 220V AC. Bentuk dari water pump yang digunakan dapat dilihat pada Gambar II. 11.



Gambar II. 11 *Water Pump*

Water pump yang digunakan adalah water pump yang biasanya digunakan untuk kolam ikan yang memiliki daya 50 watt.

II.2.10 Solenoid Valve

Solenoid *valve* digunakan untuk mpembuatan pada *fish feeder*. Soleniod *valve* akan bekerja membukan dan menutup tempat penyimpanan pakan. Alat ini membutuhkan daya AC 220-240V. *Fish feeder* adalah alat yang dapat memberikan pakan pada ikan secara otomatis. Alat ini dapat bekerja sesuai dengan *input* yang telah dibuat. *Fish feeder* yang digunakan merupakan alat yang nantinya akan

dirancang untuk pemberian makanan berukuran kecil. Gambar dari solenoid *valve* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar II. 12.



Gambar II. 12 Soleniod *Valve*

II.3 Logika *Fuzzy Mamdani*

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode MIN - MAX. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Pada penelitian ini perhitungan dengan metode fuzzy dilakukan dengan menggunakan aplikasi Matlab. Untuk mendapatkan *output* diperlukan 4 tahapan, diantaranya:

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

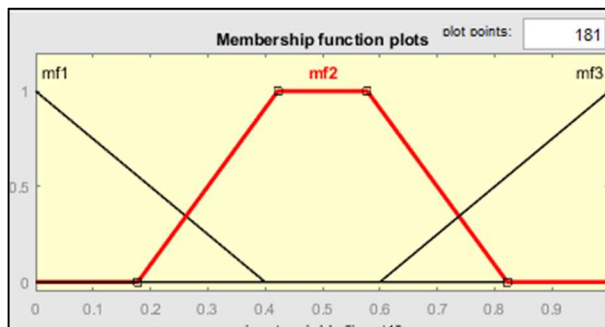
Pada metode Mamdani baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*, dan di setiap variabel *input* maupun *output* terdapat variabel linguistik. Pada tahap pembentukan himpunan *fuzzy* dilakukan perubahan data dari numerik menjadi linguistik agar dapat diterima oleh *fuzzy*. Pada penelitian ini pembentukan himpunan fuzzy yang digunakan adalah model trapesium dan segitiga. Model trapesium digunakan saat pembentukan dari himpunan berbentuk range. Sedangkan model segitiga digunakan saat pembentukan dari himpunan berbentuk satu titik. pada pembentukan model trapesium memiliki lebih dari satu titik puncak sehingga yang memiliki nilai 1 terdapat lebih dari satu titik. Untuk pembentukan himpunan berbentuk trapesium dapat dilihat pada rumus berikut:

$$\mu_1(Q) = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ \frac{d-x}{d-c} & c < x < d \\ 1 & b \leq x \leq c \end{cases}$$

Pada pembentukan model segitiga memiliki satu titik puncak. Untuk pembentukan himpunan fuzzy dengan model segitiga memiliki rumus sebagai berikut:

$$\mu_1(Q) = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b} & b < x < c \\ 1 & b \end{cases}$$

Pada penelitian ini perhitungan fuzzy menggunakan aplikasi Matlab. Contoh dari tampilan pembentukan himpunan fuzzy pada aplikasi Matlab seperti Gambar II. 13.



Gambar II. 13 Pembentukan Himpunan Fuzzy

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi merupakan struktur logika yang terdiri dari kumpulan premis dan satu konklusi. Fungsi implikasi berguna untuk mengetahui hubungan dari tiap premis dengan konklusinya. Bentuk dari fungsi implikasi adalah sebagai berikut:

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \text{ AND } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ then } y \text{ is } B$$