

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian [3] membahas mengenai perancangan sistem monitoring untuk proses pengurasan otomatis yang pengambilan keputusannya menggunakan konsep algoritma *fuzzy*. Adapun beberapa sensor yang digunakan pada penelitian ini antara lain untuk mendeteksi nilai sensor suhu, pH air, kekeruhan dan kelembapan air. Penelitian ini menggunakan LCD dan aplikasi Blynk sebagai *dashboard* monitoring. Kemudian hasil dari pengukuran tersebut diteruskan ke NodeMCU 8266 sebagai mikrokontroler untuk diolah datanya. Data hasil olahan mikrokontroler juga diuji dengan *fuzzy logic*, dimana *fuzzy logic* digunakan untuk menentukan perlu atau tidaknya pengurasan pada *aquascape*. Hasil dari pengujian *fuzzy logic* kemudian akan diterima oleh *relay* sebagai eksekutor perintah.

Penelitian [5] membahas mengenai perancangan sistem pengatur pH air akuarium menggunakan kendali logika *fuzzy*. Pada penelitian ini sistem akan mengendalikan nilai pH air di akuarium sesuai dengan range yang ditargetkan. Inputan sistem ini adalah dengan menambahkan larutan basa atau asam sesuai dengan banyaknya air di akuarium. Proses penambahan ini dilakukan melalui *keypad* 4x4. Banyaknya air dideteksi menggunakan sensor ultrasonik.

Penelitian [6] membahas mengenai aquarium yang dirancang untuk memelihara ikan air tawar dengan menggunakan algoritma jenis *context aware* terintegrasi *internet of things*. Mikrokontroler yang digunakan antara lain adalah NodeMCU dan Arduino. Fitur yang dirancang adalah sebagai sistem pengurasan air dan pemberian makan ikan otomatis terintegrasi. Pakan otomatis dirancang menggunakan motor servo yang akan memberi pakan sesuai dengan kebutuhan. Sistem pakan ini juga dilengkapi dengan notifikasi yang dikirim apabila pakan sudah hampir habis. Pengurasan aquarium dilakukan berdasarkan hasil data yang diterima dari sensor *turbidity*. Algoritma pemrograman yang digunakan adalah metode *context aware*.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Industri *Aquascape*



Gambar 2.1 *Aquascape* [7]

Pada umumnya, Aquarium dibedakan menjadi dua jenis, yaitu aquarium air laut (*sea water*) dan aquarium air tawar (*fresh water*). Aquarium air laut disebut juga *oceanarium* atau istilah populernya yaitu *reefarium*. Aquarium jenis ini berisikan ekosistem laut diantaranya terumbu karang, ikan hias air laut, dan lain-lain [7]. Sementara, aquarium air tawar atau biasa disebut juga dengan istilah *aquascape*, berisikan ekosistem air tawar seperti tanaman air tawar, ikan hias air tawar dan lain sebagainya. Suhu berpengaruh terhadap biota yang ada di dalam *aquascape* yang dimana dapat mempengaruhi aktivitas ikan, kekebalan tubuh ikan, dan nafsu makan ikan. Suhu juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan tanaman air [8].

Pada Gambar 2.1 ditampilkan contoh bentuk *Aquascape*. Parameter selain suhu yang tidak kalah penting yaitu kelembapan dan pH. Kondisi kelembapan yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan jamur pada lingkungan [9]. Sementara rendahnya pH air pada akuarium untuk ikan dapat menyebabkan tidak sempurnanya pertumbuhan, begitu juga pada tanaman air. Jika pH terlalu tinggi dapat menyebabkan ketidakcocokan dengan karakteristik ikan. Karena pada umumnya *aquascape* menggunakan ikan air tawar [10].

2.2.2 Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan jaringan fisik atau “*things*” yang saling terhubung agar dapat menukarkan data antar perangkat dan sistem lain menggunakan internet. Terdapat tiga elemen utama dalam IoT yaitu *things*, konektivitas, dan *platform clouds* [11]. Teknologi IoT akan terus berkembang seiring berjalannya jaman karena dapat membantu meringankan pekerjaan manusia, sehingga di masa yang akan datang teknologi ini akan menjadi sebuah kebutuhan. Penggunaan sensor yang banyak jenisnya serta keakurasiannya sudah diakui juga menjadi salah satu faktor potensi teknologi IoT ini terus berkembang. Perangkat IoT juga memiliki keunggulan dalam proses monitoring yang dapat dilakukan secara *realtime* dan dapat menerapkan konsep otomatisasi.

2.2.3 Blynk Apps

Blynk merupakan sebuah *platform* berupa layanan server yang biasa digunakan untuk membantu proses kerja sistem *internet of things*. *Platform* ini mendukung sistem operasi *iOS* dengan versi 9+ maupun android OS dengan versi 4.2+ bahkan dapat diunduh dengan menggunakan emulator android pada perangkat laptop atau komputer. Sebanyak lebih dari 400 *Hardware* yang dapat digunakan dengan *Blynk*, diantaranya yaitu ESP8266, ESP32, NodeMCU, Arduino, dan Raspberry Pi. Penyediaan *platform blynk* bertujuan untuk memonitor dan mengontrol perangkat dari jarak jauh, dengan menggunakan *platform* ini, *user* dapat mengkombinasi tampilan *dashboard* seperti tampilan angka, grafik atau menggunakan warna [12].

2.2.4 NodeMCU ESP8266

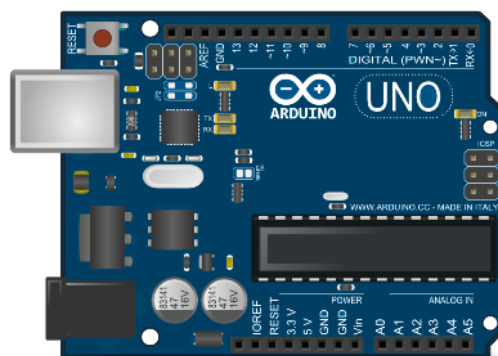


Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266 [13]

NodeMCU ESP8266 adalah modul *embedded chip* yang digunakan sebagai mikrokontroler yang dapat berkomunikasi dengan menggunakan modul *Wi-Fi* yang sudah *include* di dalamnya. Seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.2, *Node MCU ESP8266* merupakan *board* yang kuat di kemampuannya untuk pengolahan dan penyimpanan data.

Modul ini dapat digunakan secara *standalone* dan memungkinkan untuk berkolaborasi dan terintegrasi dengan sensor lain melalui *GPIOs* dengan nilai delay yang kecil [13].

2.2.5 Arduino UNO



Gambar 2.3 Arduino Uno [14]

Pada Gambar 2.3 ditampilkan bentuk Arduino Uno. Arduino Uno adalah jenis mikrokontroler yang terdiri dari *microcontroller* megaAVR seperti ATmega8, Atmega 167, dan Atmega 2560. Arduino dilengkapi dengan 14 pin, terdiri dari pin 14 pin sebagai I/O digital dari semua pin, terdapat beberapa pin dengan jumlah 6

buah pin yang dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin lainnya dapat digunakan sebagai pin *input* analog. Kemudian Arduino juga dilengkapi pin untuk osilator, port USB, ICSP, dan juga tombol reset untuk melakukan penghapusan program [14].

2.2.6 Analog-to-Digital Converter

Analog-to-Digital Converter (ADC) merupakan sistem yang memiliki *input* tegangan analog dan tegangan referensi. *Output* dari ADC merupakan sinyal digital. Konsep kerja ADC adalah dengan mencacah sinyal masukan ke sinyal keluaran digital yang nilainya mewakili nilai tegangan referensi. Terdapat tiga metode dalam proses konversi ADC, diantaranya yaitu: *Seccessive Approximation* (SAR), *Sigma-Delta* (Σ - Δ) dan *Pipelined* [15].

Output dari ADC merupakan bit berjajar dari nilai terkecil (*Least Significant Bit* atau LSB) hingga nilai terbesar (*Most Significant Bit* atau MSB). LSB memiliki nilai tegangan yang sebanding dengan nilai terkecil dari ADC. Resolusi merepresentasikan jumlah bit atau kode yang muncul. Kode yang muncul didapatkan dari persamaan berikut:

$$BIT = 2^n \quad [2.1]$$

Dimana n merupakan jumlah bit. Dalam ADC 8 bit memungkinkan terdapat 256 nilai biner yang akan muncul yaitu di rentang 0 sampai 255. Dan pada ADC 10 bit memungkinkan terdapat 1023 nilai biner yang akan muncul yaitu di rentang – sampai 1023 [15].

Nilai ADC dipengaruhi oleh nilai *input* tegangan analog, nilai tegangan referensi, dan nilai BIT [15]. Berikut persamaan untuk menentukan nilai ADC:

$$ADC = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times BIT \quad [2.2]$$

2.2.7 Fuzzy Logic

Perkembangan dalam bidang ilmu informatika memudahkan para peneliti dalam melakukan pengambilan keputusan dengan menggunakan metode atau algoritma yang diinginkan. Salah satunya yaitu penggunaan metode *fuzzy* dalam melakukan menentukan hasil keputusan di suatu sistem. Kata *fuzzy* berasal dari kata bahasa inggris yang berarti tidak jelas (*indistinct*) atau sama (*vague*) [16].

Terdapat beberapa definisi logika *fuzzy* sebagai berikut:

- a. Logika *fuzzy* merupakan logika yang digunakan untuk menjelaskan ketidakjelasan, logika yang menghasilkan rentang himpunan yang menyelesaikan ketidakjelasan.
- b. Logika *fuzzy* berfungsi untuk menyediakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistik (bahasa) menjadi suatu numerik [17].

Selain dari definisi logika *fuzzy* yang mempunyai 2 jenis macam definisi, logika *fuzzy* juga memiliki 3 macam metode, diantaranya *Tsukamoto*, *Mamdani*, dan *Sugeno*. Metode *fuzzy Mamdani* menggunakan fungsi *MIN* dan *MAX* pada komposisi antar-*rule* untuk menghasilkan himpunan *fuzzy* baru saat melakukan evaluasi aturan dalam mesin inferensi. Metode tersebut tidak jauh berbeda dengan metode *fuzzy Sugeno* yang menggunakan output konstanta atau persamaan linear, sedangkan metode *fuzzy Mamdani* menggunakan output himpunan *fuzzy*. Sedangkan pada metode *fuzzy Tsukamoto* memiliki setiap aturan yang direpresentasikan menggunakan beberapa himpunan *fuzzy* dengan keanggotaan yang monoton, pada tahap defuzzifikasi, metode *Tsukamoto* ini melakukan cara defuzzifikasi, metode *Tsukamoto* ini melakukan cara defuzzifikasi rata-rata terpusat [18].

Metode *fuzzy logic* pada penelitian ini merupakan metode yang digunakan untuk melakukan *controlling* suhu dengan menentukan kecepatan dan waktu *cooling fan* atau *heater* menyala. Hasil dari pengujian *fuzzy logic* kemudian akan diterima oleh *relay* sebagai eksekutor perintah.

Sistem *fuzzy logic* digunakan karena mampu beradaptasi untuk permasalahan atau data yang bersifat tidak pasti atau samar-samar. Logika *fuzzy* ini memiliki nilai 0 hingga 1, sedangkan logika tegas atau konvensional memiliki nilai mutlak 0 dan 1 sehingga dapat disimpulkan dengan istilah sedikit, lumayan, dan sangat [19].

Dalam perancangannya, *fuzzy logic* memiliki empat bagian tahapan utama yaitu:

1. *Fuzzyfikasi*

Fuzzyfikasi adalah proses konversi nilai tegas (*crisp*) menjadi hasil nilai variabel *linguistik* atau variabel berupa kata-kata.

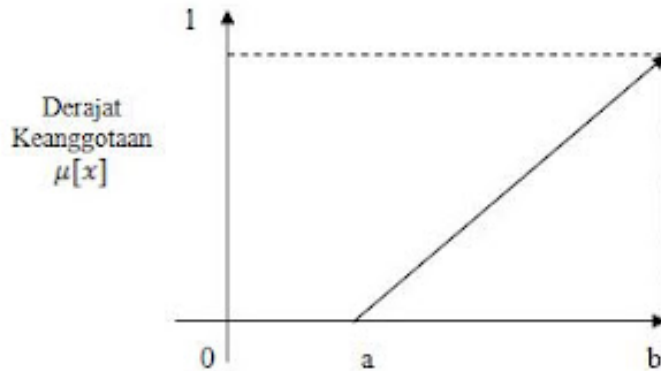
Ada beberapa cara yang bisa digunakan, yaitu:

a. Representasi *Linear*

Pada representasi *linear*, penggambaran nilai *input* ke derajat keanggotaannya (*membership function*) digambar sebagai suatu garis lurus.

Ada 2 keadaan *fuzzy linear* [20], yaitu:

a. Representasi *Linear Naik*

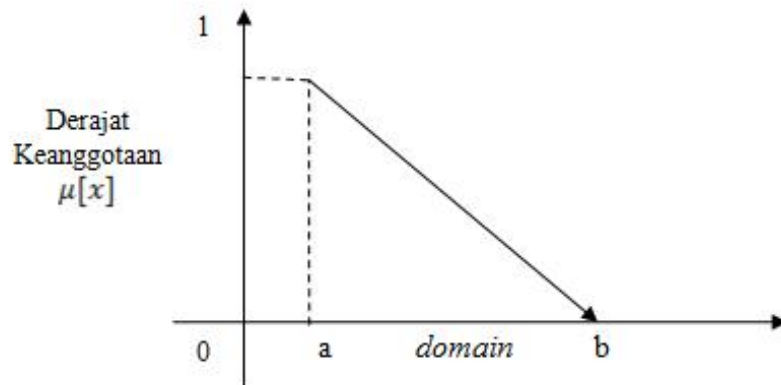


Gambar 2.4 Representasi Linear Naik [20]

Pada Gambar 2.4 ditampilkan Grafik Representasi Linear Naik. Representasi *linear* naik dimulai dari nilai asal yang memiliki sudut keanggotaan rendah ke sudut keanggotaan yang lebih tinggi. Fungsi keanggotaan representasi *linear* naik:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad [2.3]$$

a. Representasi *Linear Turun*

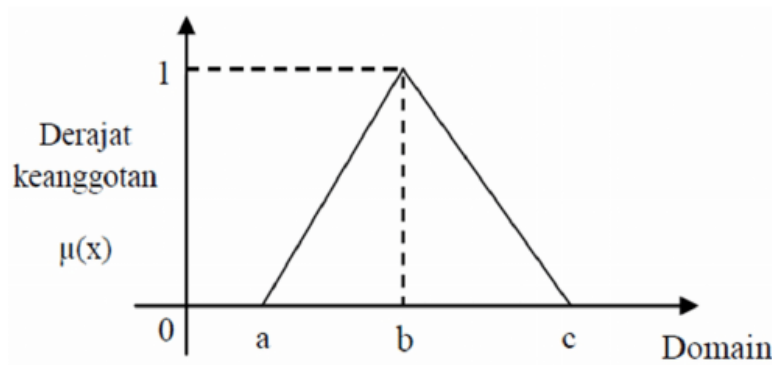


Gambar 2.5 Representasi Linear Turun [20]

Pada Gambar 2.5 ditampilkan Grafik Representasi Linear Turun. Representasi *linear* turun dimulai dari nilai asal yang memiliki sudut keanggotaan tinggi ke sudut keanggotaan yang lebih rendah. Fungsi keanggotaan representasi *linear* turun:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \geq b \\ (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \leq a \end{cases} \quad [2.4]$$

b. Representasi Kurva Segitiga

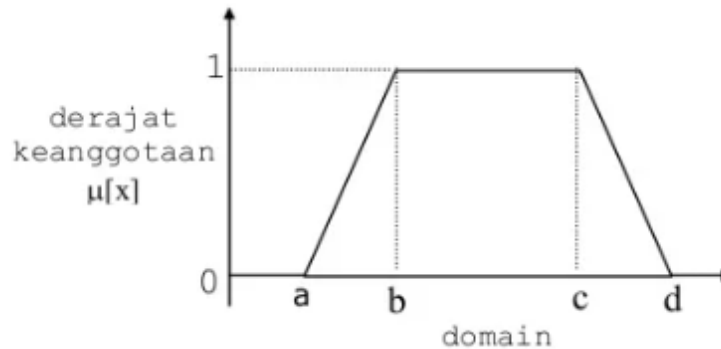


Gambar 2.6 Representasi Kurva Segitiga [20]

Pada Gambar 2.6 ditampilkan Grafik Representasi Kurva Segitiga. Representasi kurva segitiga merupakan gabungan dari representasi nilai linear naik dan turun. Fungsi keanggotaan representasi kurva segitiga:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad [2.5]$$

c. Representasi Kurva Trapesium

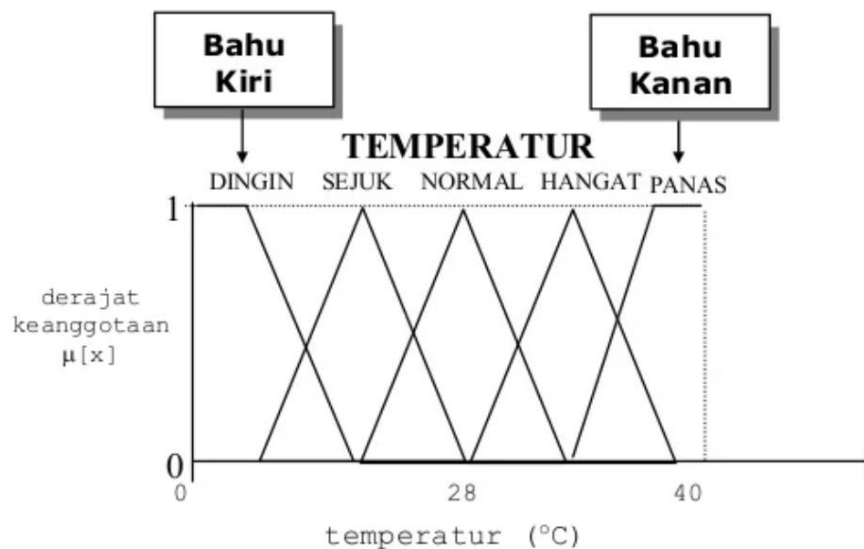


Gambar 2.7 Representasi Kurva Trapesium [20]

Pada Gambar 2.7 ditampilkan Grafik Representasi Kurva Trapesium. Representasi kurva trapesium merupakan kurva yang menyerupai bentuk segitigas namun ada beberapa titik yang memiliki nilai 1. Fungsi keanggotaan representasi kurva trapesium:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a) & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & x \geq d \end{cases} \quad [2.6]$$

d. Representasi Kurva Bentuk Bahu



Gambar 2.8 Representasi Kurva Bentuk Bahu [20]

Pada Gambar 2.8 ditampilkan Grafik Representasi Kurva Bentuk Bahu. Representasi Kurva Bentuk Bahu memiliki bentuk menyerupai kurva segitiga pada tiap sisi nya memiliki nilai naik dan turun. Representasi kurva bentuk bahu ini dapat digunakan untuk mengakhiri proses di daerah *fuzzy*. Bahu kiri menunjukkan nilai tinggi ke rendah, sedangkan bahu kanan menunjukkan nilai rendah ke tinggi.

2. Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* memiliki persamaan dengan himpunan lainnya, seperti pada himpunan konvensional. Himpunan *fuzzy* juga memiliki beberapa operator yang dapat digunakan untuk mengkombinasi hasil himpunan *fuzzy*. Hasil dari operasi 2 himpunan ini sering dikenal dengan nama α -predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

a. Operator *AND*

Hasil operasi dengan operator *AND* diambil dari nilai keanggotaan paling kecil tiap elemen himpunan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad [2.7]$$

b. Operator *OR*

Hasil operasi dengan operator *OR* diambil dari nilai keanggotaan paling besar tiap elemen himpunan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad [2.8]$$

c. Operator *NOT*

Hasil operasi dengan operator *NOT* diambil dari pengurangan nilai keanggotaan tiap elemen himpunan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x] \quad [2.9]$$

3. Aplikasi Fungsi Implikasi

Pada setiap aturan di logika *fuzzy* memiliki hubungan dengan suatu relasi. Bentuk umum yang digunakan untuk aplikasi fungsi implikasi adalah sebagai berikut:

$$IF \ x \ is \ A \ THEN \ y \ is \ B \quad [2.10]$$

Nilai x dan y merupakan bilangan skalar, nilai A dan B merupakan himpunan *fuzzy*. Proposisi yang dibuat dengan struktur *IF* disebut sebagai anteseden dan proposisi yang dibuat dengan struktur *THEN* disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat dikembangkan dengan operator *fuzzy* lainnya, seperti:

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \bullet (x_2 \text{ is } A_2) \bullet \dots \bullet (x_n \text{ is } A_n) THEN y \text{ is } B \quad [2.11]$$

Dengan \bullet merupakan operator.

4. *Knowledge Base*

Pengaturan suhu pada *aquascape* ini menggunakan beberapa aturan yang dapat mempengaruhi hasil keluaran suhu air. Dalam penyusunan aturan atau pernyataan ini, semakin banyak aturan yang dibuat maka akan semakin tepat dan detail dalam menentukan hasil keputusan *fuzzy*. Aturan pernyataan atau *rule* yang dibuat akan dikelompokkan menjadi sebuah matriks yang disebut sebagai *Fuzzy Associative Memory* (FAM) [7].

5. *Fuzzy Inference System*

Fuzzy Inference System (FIS) adalah sebuah kerangka kerja dalam perhitungan konsep himpunan *fuzzy logic*. Berdasarkan konsep tersebut dapat digunakan untuk penarikan kesimpulan atau suatu keputusan. Terdapat beberapa metode FIS antara lain seperti metode *Mamdani*, *Sugeno*, dan *Tsukamoto*. Pada penelitian kali ini penulis akan menggunakan metode FIS *Sugeno*. Penulis memilih metode *Sugeno* karena melihat kondisi objek yang akan diolah adalah air dan air tidak memiliki rentang suhu yang panjang sehingga bisa menggunakan hasil nilai tunggal.

6. *Defuzzyfikasi*.

Defuzzyfikasi didefinisikan sebagai proses konversi besaran *fuzzy* hasil dari inferensi menjadi nilai tegas (*crisp*). Ada beberapa metode untuk mendapatkan nilai tegas (*crisp*) antara lain seperti Metode Centroid, Metode Bisektor, Metode *Means of Maximum* (MOM), Metode *Largest of Maximum* (LOM), dan Metode *Smallest of Maximum* (SOM).

2.2.8 Metode *Fuzzy Sugeno*

Metode *Fuzzy Sugeno* memiliki penalaran yang mirip dengan metode Mamdani, yang membedakan yaitu keluaran dari Metode *Fuzzy Sugeno* berupa nilai konstanta atau persamaan linier. Metode *Fuzzy Sugeno* diperkenalkan oleh Takagi Sugeno Kang pada tahun 1985. Terdapat aturan khas dalam model *fuzzy Sugeno*, yaitu:

$$\text{if } x \text{ is } A \text{ and } y \text{ is } B \text{ then } z = f(x, y) \quad [2.12]$$

Dimana A dan B himpunan *fuzzy* anteseden dan $z = f(x, y)$ fungsi tegas dalam konsekuen.

- Jika $f(x, y)$ polinomial orde satu, FIS yang dihasilkan disebut model *fuzzy Sugeno* orde satu.
- Jika f konstan, dihasilkan model *fuzzy Sugeno* orde nol.

Sistem FIS *Sugeno* memiliki karakteristik, yaitu konsekuen tidak merupakan himpunan *fuzzy*, namun merupakan suatu persamaan linier dengan variabel-variabel sesuai dengan variabel-variabel *input*-nya [21].

- Metode *Fuzzy Sugeno* orde-0

Secara umum bentuk model *fuzzy Sugeno* orde-0 adalah:

$$\begin{aligned} \text{if } (x_1 \text{ is } A_1) \diamond (x_2 \text{ is } A_2) \diamond \dots \diamond (x_i \text{ is } A_i) \text{ then } z \\ = p_1 x_1 z + \dots + p_i x_i + q \end{aligned} \quad [2.13]$$

Dimana:

$A_i =$ himpunan *fuzzy* ke i pada variabel x_i

$\diamond =$ operator *fuzzy*

- Metode *Fuzzy Sugeno* orde-1

Secara umum bentuk model *fuzzy Sugeno* orde-1 adalah:

$$\text{if } (x_i \text{ is } A_1) \diamond (x_2 \text{ is } A_2) \diamond \dots \diamond (x_i \text{ is } A_i) \text{ then } z = k \quad [2.14]$$

Dimana:

A_i = himpunan fuzzy ke i pada variabel x_i

k = konstanta tegas sebagai konsekuensi

\diamond = operator fuzzy

Setelah didapatkan nilai keanggotaan tiap sisi *rule* yang saling beririsan, sehingga dapat dihitung nilai z (*weight average*) dengan persamaan sebagai berikut:

$$z = \frac{\text{apred}_1 \times z_1 + \text{apred}_2 \times z_2 \times \dots \times \text{apred}_i \times z_i}{\text{apred}_1 + \text{apred}_2 + \dots + \text{apred}_i} \quad [2.15]$$

Dimana:

apred_i = nilai keanggotaan

z_i = hasil perhitungan dengan operator fuzzy

2.2.9 Suhu Air

Suhu air dalam *aquascape* memiliki peranan yang sangat penting karena berkaitan dengan difusi gas CO₂. Semakin tinggi suhu maka kelarutannya akan semakin rendah dan sebaliknya semakin rendah suhu air maka akan semakin tinggi kelarutannya. Semakin tinggi CO₂ yang dilarutkan dalam air akan semakin baik untuk metabolisme tanaman air. Berkebalikan dengan ikan, semakin hangat suhu air ketahanannya akan semakin bagus, terutama terhadap penyakit tertentu. Oleh sebab itu, dalam *aquascape*, suhu harus dijaga agar optimal untuk tanaman air dan tidak membahayakan untuk kehidupan ikan yang melengkapinya. Suhu air optimal yang direkomendasikan untuk ikan dan tumbuhan air adalah di *range* 24 – 25°C [22].

2.2.10 Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor yang berfungsi untuk mengambil nilai suhu pada suatu ruangan atau air secara digital dan menggunakan 1 kabel (*Single wire/1 wire protocol*). Pemilihan penggunaan sensor DS18B20 untuk mengukur temperatur pada akuarium secara digital dapat dikatakan pilihan yang cukup efektif.

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai pengujian suhu terhadap beberapa sensor suhu, sensor DS1820 menunjukkan *error* pengukuran yang lebih rendah jika dibandingkan dengan sensor-sensor suhu lainnya yaitu sebesar 1,6%. Namun, suhu atau temperatur yang diukur pada penelitian tersebut bukan suhu air melainkan suhu udara [23].

2.2.11 Derajat Keasaman (pH)

Power of hydrogen (pH) merupakan derajat dan ukuran kekuatan pada suatu larutan asam. pH mempunyai skala *asiditas* (asam) dan *alkalinitas* (basa) yaitu bernilai 0 – 14. Suatu larutan atau lingkungan air dapat dikatakan asam jika nilai pH 0 – 7, lalu dapat dikatakan basa jika nilai pH sebesar 7 – 14. Nilai pH yang optimum bergantung pada spesies-spesies ikan yang terdapat pada aquarium, untuk Sebagian besar spesies ikan air laut dapat hidup dan berkembang pada $\text{pH} \pm 8,2$ [24].

2.2.12 Sensor pH-4502C



Gambar 2.9 Sensor pH 4502-C [25]

Pada Gambar 2.9 ditampilkan bentuk *module* dan *probe* dari Sensor pH jenis 4502-C. Sensor pH tersusun dari 2 jenis elektroda, yaitu elektroda kaca dan elektroda referensi.

Elektroda kaca digunakan untuk mengukur jumlah ion yang terlarut, sedangkan elektroda kaca digunakan untuk mengukur nilai tegangan analog. Pada penelitian ini, tujuan dari penggunaan sensor pH adalah untuk mengetahui dan memonitoring derajat keasaman dan basa pada lingkungan air [25].

2.2.13 Relay

Relay merupakan sakelar eksekutor perintah yang dapat bekerja secara elektrik. Relay memiliki kumparan yang terhubung dengan saklar yang terdapat pegas dan dua kontak elektronik yaitu *Normally Close* (NC) dan *Normally Open* (NO). NO diartikan sebagai kondisi sebelum relay dijalankan berada di posisi terbuka/*open*. Apabila NC diartikan sebagai kondisi sebelum relay dijalankan berada di posisi tertutup/*close* [26].

2.2.14 Step Down DC LM2596



Gambar 2.10 Step Down DC LM2596 [27]

Pada Gambar 2.10 ditampilkan komponen *module step down* DC tipe LM2596. Modul *step down* atau penurun tegangan DC LM2596 merupakan modul yang dapat menyelesaikan masalah tegangan yang tidak stabil dan selalu berubah secara fluktuatif. Seringkali modul mikrokontroler yang digunakan dan dikombinasikan memiliki perbedaan tegangan kerja. Dengan adanya modul *step down* ini dapat digunakan sebagai modul regulator untuk menyesuaikan tegangan agar tetap stabil. Modul regulator *step down* ini terdiri dari *solid capacitor* dan PCB yang dapat menstabilkan tegangan dengan memutar potensiometer yang ada pada *board* [27].