

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1 Kolam Ikan Lele

Secara garis besar Kolam merupakan satu faktor pendukung keberhasilan usaha budidaya ikan. Kolam Berfungsi sebagai habitat buatan yang sengaja diciptakan agar ikan dapat hidup dan berkembangbiak dengan baik. Kolam adalah merupakan perairan yang luasnya terbatas, sengaja dibuat dan mudah dikuasai yang artinya Kolam mudah diisi air, mudah dikeringkan dan mudah dikelola untuk mendapatkan hasil yang optimal, beton atau bahan lain yang dapat menampung dan menahan air.

Ikan Lele merupakan ikan yang memiliki daya tahan hidup yang tinggi terhadap kondisi Kualitas air yang rendah, namun ikan lele juga merupakan mahluk hidup yang bisa mati, Agar ikan lele bisa hidup sampai dipanen maka peternak ikan lele perlu memperhatikan persyaratan hidup diantaranya yaitu :

1. Suhu air

Alat untuk mengukur suhu air yaitu thermometer, Ikan lele dapat hidup pada suhu $20 - 33^{\circ}\text{C}$, suhu optimal untuk pertumbuhan ikan lele yaitu berkisar antara $25 - 28^{\circ}\text{C}$. Dalam kegiatan pembenihan untuk pertumbuhan larva agar bisa berkembang dengan baik maka suhu air diperlukan berkisar antara $26 - 30^{\circ}\text{C}$. Sedangkan suhu untuk pemijahan ikan lele berkisar antara $24 - 28^{\circ}\text{C}$.

2. TDS (Total Dissolved Solid)

Sesuai dengan standard PP No. 82 tahun 2001 seperti yang telah ditampilkan dalam Tabel 1, kisaran TDS untuk kegiatan budidaya ikan yaitu 1000 mg/L , yang artinya semakin kecil konsentrasi yang berada di perairan tersebut semakin baik juga untuk pemeliharaan ikan.



Gambar 2. 1 Kolam Budidaya Lele

2.2 Internet of Things

Internet of Thing atau disingkat IoT merupakan sebuah teknologi terkini yang memanfaatkan internet dalam memantau perangkat elektronik dari jarak jauh. Hal ini membuat pertukaran informasi dengan meminimalkan interaksi manusia. Tantangan utama dalam IoT adalah menjembatani kesenjangan antara dunia fisik dan dunia informasi. Seperti bagaimana mengolah data yang diperoleh dari peralatan elektronik melalui sebuah *interface* antara pengguna dan peralatan itu, sensor mengumpulkan data mentah fisik dari skenario *real time* dan mengkonversikan ke dalam mesin format yang dimengerti sehingga akan mudah dipertukarkan antara berbagai bentuk format data (Rohadi, Apriyani, & Laili, 2019).

Sebagian pertanian di dunia sudah mulai memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk membantu pengelolaan lahan pertanian. Para petani sudah ada yang menggunakan perangkat elektronik dan sensor untuk menyalakan dan mematikan sistem pengairan, melakukan pemantauan kondisi tanah, air cuaca serta membantu ketika panen. Teknologi ini memanfaatkan jejaring sensor yang terkoneksi dengan internet (IoT). IoT membuat pertanian semakin cerdas yang salah satu penerapannya yaitu dengan membuat sistem monitoring.

2.3 Sensor TDS(Total Disolved Solid)

Setiap air selalu mengandung partikel yang terlarut yang tidak tampak oleh mata, bisa berupa partikel padatan (seperti kandungan logam misal: Besi, Aluminium, Tembaga, Mangan dan lain-lain) maupun partikel non padatan seperti mikroorganisme dan lain-lain. Salah satu cara untuk mengukurnya adalah menggunakan alat yang disebut sebagai TDS meter. Alat ini bisa mengukur berapa jumlah padatan yang terlarut di dalamnya dalam satuan ppm (mg/l) yang

ditunjukkan berupa angka digital di display-nya. Pembagian kategori air menurut total zat padat yang terkandung di dalamnya (TDS) adalah :

1. > 100 ppm : air minum bermineral
2. $10 - 100$ ppm : air minum
3. $1 - 10$ ppm : air murni
4. 0 ppm : air organik

Sensor TDS yang digunakan adalah Sensor Konduktivitas pabrikan Depoinovasi Electronics. Sensor digunakan untuk mendeteksi TDS di dalam air. Sensor ini menggunakan metode Electrical Conductivity, di mana dua buah probe (elektroda) yang dihubungkan untuk mendapatkan nilai konduktansi larutan yang akan diukur. Probe tersebut diberi beda potensial listrik (berbentuk sinusoida) maka akan mengalir arus listrik. Konduktansi suatu larutan akan sebanding dengan ionion dalam larutan tersebut. Kemudian rangkaian pemroses sinyal yang memberikan sumber tegangan AC konstan pada probe akan mengkonversi nilai konduktansi menjadi tegangan. TDS Sensor SEN0244 ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 TDS Sensor

2.4 Sensor DS18B20

Kebanyakan sensor suhu memiliki tingkat rentang terukur yang sempit serta akurasi yang rendah namun memiliki biaya yang tinggi. Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (waterproof) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena output data sensor ini merupakan data digital, maka kita tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan

untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data. Sensor suhu Air DS18B20 pada gambar 2.4.



Gambar 2. 3 Sensor DS18B20 DFRobot

Karena setiap sensor DS18B20 memiliki silicon serial number yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat. Meskipun secara datasheet sensor ini dapat membaca bagus hingga 125°C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C.

2.5 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu pembuat dalam membuat produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. NodeMCU juga memiliki board yang berukuran sangat kecil yaitu panjang 4.83cm, lebar 2.54 cm, dan dengan berat 7 gram, selain itu NodeMCU juga memiliki harga yang relatif terjangkau, tapi walaupun ukurannya yang kecil dan harganya yang terjangkau board ini sudah dilengkapi dengan fitur wifi dan firmwarena yang bersifat opensource (Muchammad Cholilulloh, 2018). NodeMCU ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 NodeMCU 8266

Penggunaan NodeMCU dalam studi kasus ini sangat cocok untuk digunakan karena dengan hanya ukuran yang sangat kecil dengan panjang tidak sampai 5cm sudah tertanam wifi yang berguna untuk pengiriman data.

2.6 Relay

Modul *relay* adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna memindahkan posisi ON ke OFF atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik. Peristiwa tertutup dan terbukanya kontaktor ini terjadi akibat adanya efek induksi magnet yang timbul dari kumparan induksi listrik. Relay ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Relay

Perbedaan yang paling mendasar antara *relay* dan sakelar adalah pada saat pemindahan dari posisi ON ke OFF. Relay melakukan pemindahan-nya secara otomatis dengan arus listrik, sedangkan sakelar dilakukan dengan cara manual

2.7 MySQL

MySQL merupakan sebuah perangkat lunak yang berfungsi sebagai server database dengan kemampuan dapat mengelola database secara cepat dan dengan kemampuan menampung data dalam jumlah besar, serta memiliki kehandalan dapat diakses oleh banyak pengguna (multiuser). MySQL untuk saat ini sudah banyak digunakan diberbagai bidang perusahaan untuk melakukan penyimpanan dan pengelolaan data dengan jumlah besar mulai dari bidang akademis, industri kecil , menengah, hingga industri besar. Dalam hal lisensi, MySQL memiliki dua jenis yaitu produk berbayar dan produk open source dibawah General Public License sehingga memiliki akses gratis. Beberapa keunggulan dari MySQL sehingga

menjadi database server populer sampai saat ini adalah fleksibel, performa tinggi, lintas platform, gratis, proteksi data yang handal, serta memiliki jangkauan komunitas pengembangan yang luas (Raharjo, 2011).

2.8 Protokol HTTP

Sebuah protokol jaringan lapisan aplikasi yang digunakan untuk sistem informasi terdistribusi, kolaboratif, dan menggunakan hipermedia. Penggunaannya banyak pada pengambilan sumber daya yang saling terhubung dengan tautan, yang disebut dengan dokumen hiperteks, yang kemudian membentuk World Wide Web pada tahun 1990 oleh fisikawan Inggris, Tim Berners-Lee. Hingga kini, ada dua versi mayor dari protokol HTTP, yakni HTTP/1.0 yang menggunakan koneksi terpisah untuk setiap dokumen, dan HTTP/1.1 yang dapat menggunakan koneksi yang sama untuk melakukan transaksi. Dengan demikian, HTTP/1.1 bisa lebih cepat karena memang tidak usah membuang waktu untuk pembuatan koneksi berulang-ulang.

2.9 Protokol MQTT

MQTT singkatan dari Message Queuing Telemetry Transport adalah protokol komunikasi ringan berbasis publish/subscribe yang dirancang khusus untuk komunikasi antar perangkat berdaya rendah. Protokol ini dirancang oleh Andy Stanford – Clark (IBM) dan Arlen Nipper di tahun 1999, yang semula dibuat untuk menghubungkan sistem telemetri jalur pipa minyak melalui satelit.

Meskipun awalnya MQTT adalah protokol yang. Meskipun awalnya MQTT adalah protokol yang bersifat proprietary, namun pada 2010 dirilis dengan lisensi Royalty free, Dan pada 2014 menjadi standar OASIS. MQTT berjalan di atas Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP).

2.10 Fuzzy Sugeno

Logika fuzzy merupakan sebuah metode “berhitung” dengan variable kata (Variabel Linguistik), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Memang kata-kata yang digunakan dalam fuzzy tidak setepat bilangan, namun kata yang digunakan dalam fuzzy lebih dengan intuisi manusia, seperti kata ”merasakan”, “kira-kira”, “lebih kurang” dan sebagainya. Sesuai dengan perkembangan daya pikir

manusia, maka logika fuzzy ini menjadi populer untuk digunakan dalam riset karena kemampuannya dalam menjembatani Bahasa mesin yang serba tepat (Setiawan et al., 2018).

Logika fuzzy memiliki sebuah nilai yang dinyatakan dalam sebuah himpunan derajat suatu keanggotaan, berbeda dengan logika komputer yang memiliki nilai pasti yaitu 0 dan 1. Logika fuzzy memiliki nilai yang berada di antara sepenuhnya salah sampai sepenuhnya benar dan merupakan nilai yang memiliki keambiguan, dengan artian logika fuzzy memiliki nilai tidak pasti atau samar – samar (Meimaharani & Listyorini., 2014).

Menurut Cox (1994), ada beberapa alasan mengapa harus menggunakan logika fuzzy, antara lain (Mulyanto & Haris., 2016) :

1. Konsep dari logika fuzzy sangat mudah dimengerti, karena pada dasarnya mirip dengan dasar ilmu matematis teori himpunan.

2. Sangat fleksibel, yang mana mampu beradaptasi dengan perubahan, ketidakpastian yang menyertai sebuah permasalahan.

3. Memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat, jika ada sekelompok data yang cukup homogen atau memiliki banyak kemiripan maka logika fuzzy bisa menanganinya.

4. Mampu memodelkan fungsi – fungsi nonlinear yang sangat kompleks.

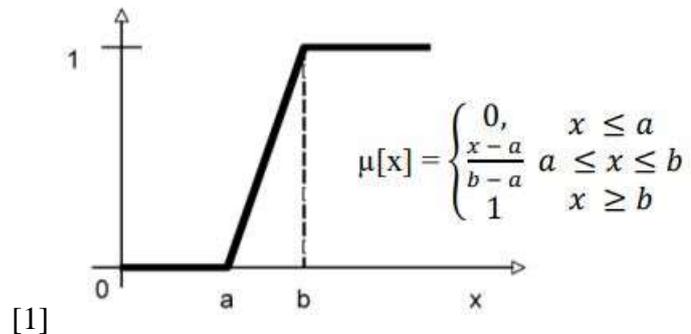
5. Logika fuzzy dapat melakukan pengaplikasian pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melakukan proses pelatihan sistem. Biasa dikenal dengan Fuzzy Expert System.

6. Memiliki kemampuan untuk melakukan kolaborasi dengan teknik kendali secara konvensional. Biasanya terjadi pada aplikasi dibidang teknik mesin maupun elektro.

7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alamiah, sehingga dapat dimengerti dengan bahasa sehari – hari.

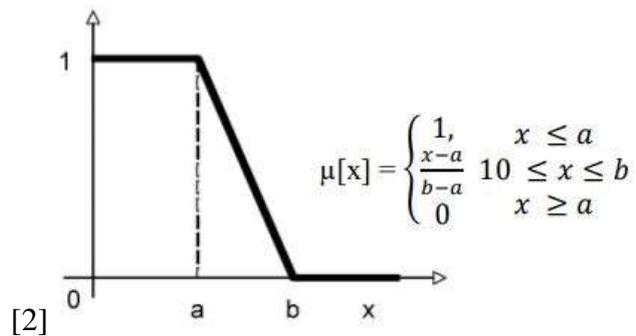
- a. Representasi Kurva Linear Pada proses pemetaan input kedalam derajat keanggotaan direpresentasikan sebagai suatu garis lurus atau linear. Himpunan fuzzy memiliki dua keadaan linear, yang pertama adalah representasi linear naik yaitu kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke atas atau ke kanan menuju nilai keanggotaan yang

memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Representasi Linear Naik ditunjukkan pada gambar 2.6.



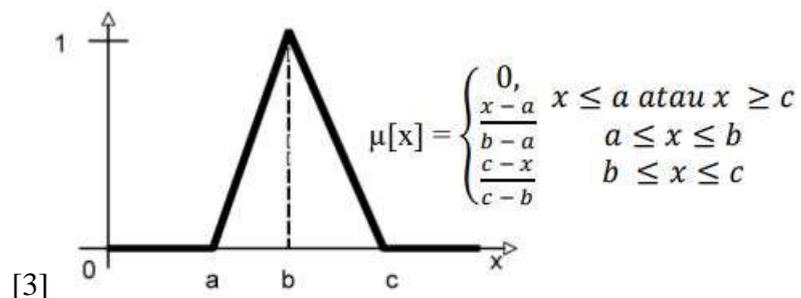
Gambar 2. 6 Representasi Linear Naik

Kedua, merupakan kebalikan dari linear naik. Pada representasi linear ini dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi bernilai satu (1) pada sisi kiri, kemudian bergerak turun ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih rendah. Representasi Linear Turun ditunjukkan pada gambar 2.7.



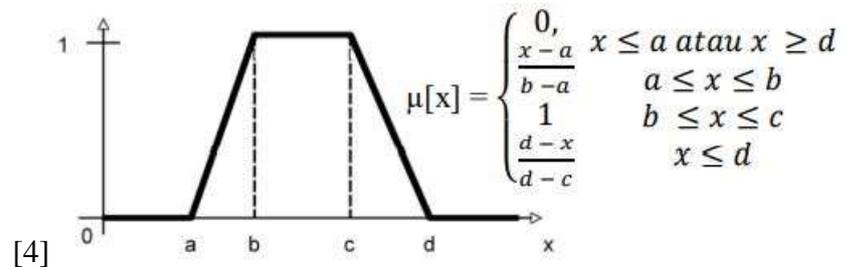
Gambar 2. 7 Representasi Linear Turun

b. Representasi Kurva Segitiga 11 Pada dasarnya kurva segitiga merupakan gabungan dari garis linear naik dan turun. Gambar 2.7 Representasi kurva segitiga



Gambar 2. 8 Representasi Kurva Segitiga

c. Representasi Kurva Trapesium Pada dasarnya kurva trapesium sama seperti kurva segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan satu (1). Representasi Kurva Trapesium ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Representasi Kurva Trapesium

d. Inferensi Fuzzy Sugeno Inferensi Fuzzy Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja Fuzzy Sugeno ini mempunyai output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Metode Fuzzy Sugeno memiliki dua (2) jenis, yaitu :

1. Model Fuzzy Sugeno Orde Nol

IF (X1 is A1).(X2 is A2).(X3 is A3).(X4 is A4) (Xn is An) THEN z =k

Dengan An adalah himpunan Fuzzy ke-n sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

2. Model Fuzzy Sugeno Orde Satu

IF (X1 is A1) (Xn is An) THEN z = P1* X1 + ...+ Pn* Xn + q

Dengan An adalah himpunan Fuzzy ke-n sebagai anteseden dan Pn adalah suatu konstanta (tegas) ke-n dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Pada proses perhitungan dan langkah dari metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani, FIS Sugeno dan FIS Tsukamoto hampir tidak ada perbedaan hanya saja berbeda pada konsekuen output. Berikut adalah tahapan - tahapan dari proses metode Fuzzy Sugeno, yaitu :

1. Fuzzifikasi Fuzzifikasi merupakan proses pengelompokan data yang bersifat tegas (Crips) kedalam himpunan Fuzzy. Kemudian menyusun domain himpunan Fuzzy dari rentang jangkauan variabel suatu himpunan.

2. Aplikasi fungsi implikasi Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan Fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi Fuzzy. Bentuk umum dari fungsi implikasi adalah IF x adalah A THEN y adalah B.
3. Komposisi aturan Pada komposisi aturan digunakan fungsi maksimal (MAX) untuk memperoleh solusi himpunan dengan cara mengambil nilai tertinggi dari setiap proposisi yang telah di evaluasi. Apabila semua proposisi telah di evaluasi, maka akan menghasilkan output yang berisi kesimpulan dari tiap – tiap proposisi.
4. Defuzzifikasi Dalam melakukan penegasan untuk menghasilkan nilai tegas, digunakan rumus dengan cara mencari rata – rata terbobot (Weight Average) sebagai berikut :

$$WA = \frac{a_1z_1 + a_2z_2 + a_3z_3 + \dots a_iz_i}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots i}$$

2.11 Kajian Pustaka

Table 2. 1 Table Kajian Pustaka

No	Judul	Penulis	Hasil
1.	Teknologi IoT Pada Monitoring dan Otomasi Kolam Pembesaran Ikan Lele Berbasis Mikrokontroller	Sulityawan	Prototype alat ini hanya dapat digunakan untuk satu kolam. Pengolahan data input – output pada sistem ini hanya dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat ESP32 DevKit v1 Board. Teknologi sistem IoT memudahkan dalam memonitoring kondisi kolam ikan lele kapanpun dan dimanapun
2.	Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Pada Kolam Budidaya Ikan	Pramana	Perangkat sistem kontrol serta monitoring kualitas air dan suhu air kolam budidaya ikan ini dapat dioperasikan dengan mudah dan efektif. Persentase error dari pembacaan sensor adalah berkisar 2,4% - 3,9%