



**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM* SUGENO
UNTUK PENGENDALI OTOMATIS KUALITAS AIR BUDIDAYA
LOBSTER AIR TAWAR *REDCLAY* MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

Oleh :

Adi Surya Suwardi Ansyah

162410102038

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM* SUGENO
UNTUK PENGENDALI OTOMATIS KUALITAS AIR BUDIDAYA
LOBSTER AIR TAWAR *REDCLAW* MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) Program Studi Teknologi Informasi dan mencapai gelar Sarjana Komputer

Oleh :

Adi Surya Suwardi Ansyah

162410102038

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Dengan penuh kerendahan hati, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya untuk mempermudah dan melancarkan dalam pengerjaan skripsi;
2. Ayahanda Samsul Hidayat dan Ibunda Maisum;
3. Saudara kandung Mochammad Fajeri;
4. Guru - guruku sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi;
5. Almamater Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember;
6. Sahabat-sahabat yang saling mendukung mulai dari awal perjuangan;

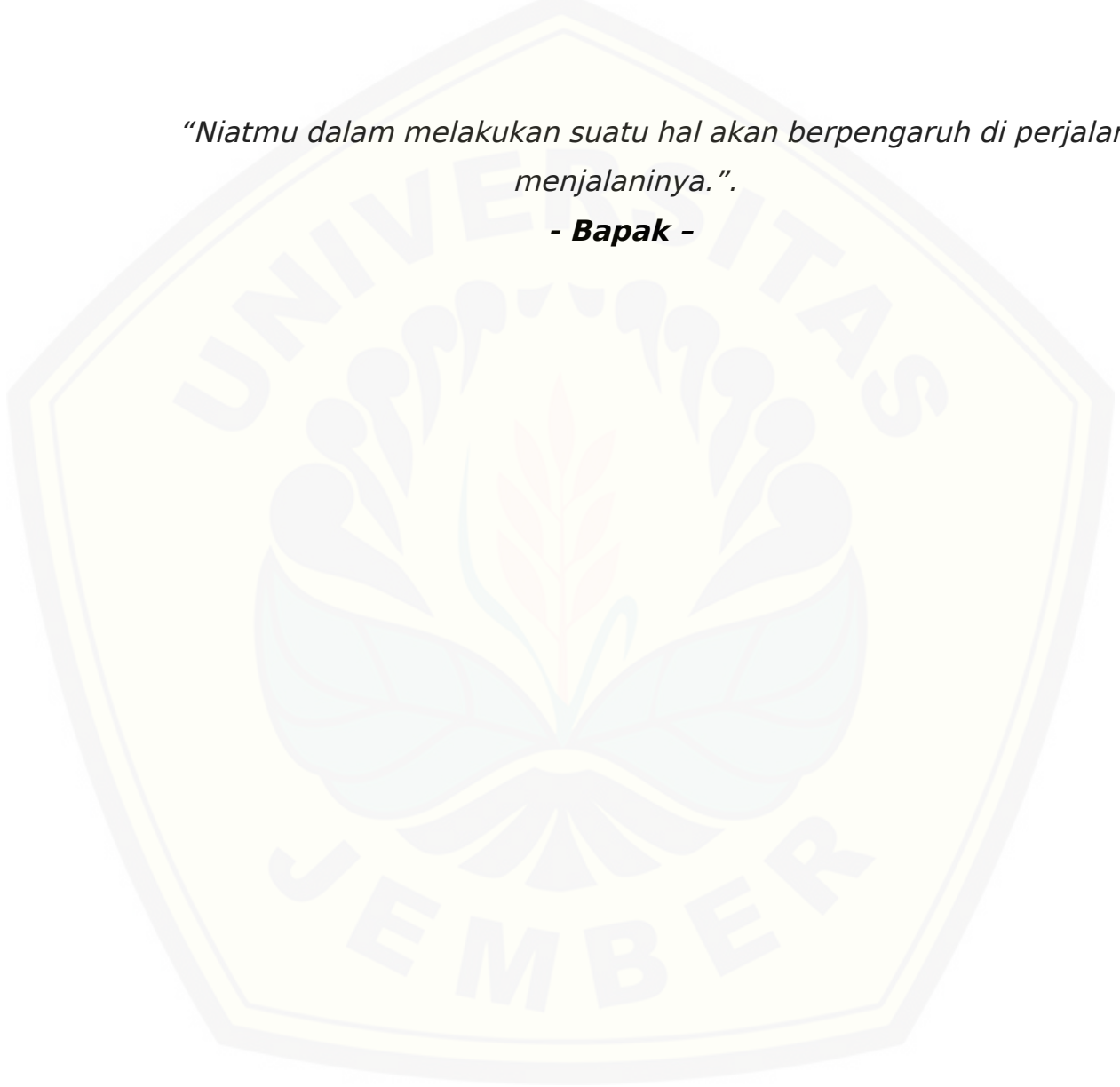
MOTTO

“Cintailah takdir.”.

- Anynomous -

“Niatmu dalam melakukan suatu hal akan berpengaruh di perjalanan saat menjalaninya.”.

- Bapak -



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adi Surya Suwardi Ansyah

NIM : 162410102038

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Implementasi Metode *Fuzzy Inference System* untuk Pengendali Otomatis Kualitas Air Budidaya Lobster Air Tawar *Redclaw* Teknologi *Internet of Things*” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi manapun, dan bukti karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Banyuwangi, 15 Juni 2020

Yang menyatakan,

Adi Surya Suwardi Ansyah

NIM 162410102038

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM* SUGENO
UNTUK PENGENDALI OTOMATIS KUALITAS AIR BUDIDAYA
LOBSTER AIR TAWAR *REDCLAM* MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI *INTERNET OF THINGS***

Oleh :

Adi Surya Suwardi Ansyah

NIM 162410102038

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Saiful Bukhori, ST., M.Kom.

Dosen Pembimbing Pendamping : Januar Adi Putra S.Kom., M.Kom.

PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi berjudul “Implementasi Metode *Fuzzy Inference System* untuk Pengendali Otomatis Kualitas Air Budidaya Lobster Air Tawar *Redclaw* Teknologi *Internet of Things*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Prof. Dr. Saiful Bukhori, ST., M.Kom. Januar Adi Putra S.Kom., M.Kom.

NIP. 196811131994121001

NIDN. 760017015

PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi berjudul “Implementasi Metode *Fuzzy Inference System* untuk Pengendali Otomatis Kualitas Air Budidaya Lobster Air Tawar *Redclaw* Teknologi *Internet of Things*” diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember

Disetujui oleh :

Penguji I,

Penguji II,

Anang Andrianto, S.T., M.T.

NIP. 196906151997021002

Dwiretno Istiyadi S, ST., M.Kom.

NIP. 197803302003121003

Mengesahkan

Dekan Fakultas Ilmu Komputer,

Prof. Dr. Saiful Bukhori, ST., M.Kom.

NIP. 196811131994121001

RINGKASAN

Implementasi Metode *Fuzzy Inference System* Sugeno untuk Pen Otomatis Kualitas Air Budidaya Lobster Air Tawar Redclaw Teknologi *Inte of Things*

di Surya Suwardi Ansyah, 162410102038, 2020; 103 halaman, Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember.

Lobster air tawar adalah salah satu jenis udang udangan yang memiliki tubuh besar dibandingkan dengan udang air tawar jenis lain. Sehingga lobster air tawar banyak digunakan untuk masakan, bahkan sebagai udang hias karena memiliki warna yang cantik. Jenis lobster tawar yang populer yaitu *Redclaw* Lobster *redclaw* dibudayakan karena memiliki harga yang tinggi untuk kebutuhan konsumsi. Akan tetapi, lobster redclaw memiliki kondisi alam yang berbeda dengan daerah asalnya. Akibatnya, banyak orang tidak mengetahui cara perawatannya yang sesuai. Terutama mengenai perawatan air yang sangat berpengaruh terhadap hewan air.

Pemanfaatan teknologi pada perawatan air budidaya lobster air tawar merupakan cara efektif supaya pembudidaya tidak mendapatkan kesulitan dalam perawatan air. Teknologi yang digunakan dapat mengatur kondisi air secara otomatis dan mendapatkan data secara realtime kondisi air. Untuk menjadikan teknologi bekerja secara otomatis, diperlukan metode pengambilan keputusan. Salah satu metode yang cocok yaitu *Fuzzy Inferensi System* Sugeno. Metode *Fuzzy Inferensi System* Sugeno dapat mengatasi keberagaman parameter kualitas air untuk mengambil keputusan.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi Metode *Fuzzy Inference System* sebagai Sistem untuk Pengendali Otomatis Kualitas Air Budidaya Lobster Air Tawar Redclaw Teknologi *Internet of Things*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Saiful Bukhori, ST., M.Kom selaku Pejabat Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember dan Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan, ilmu, petunjuk, nasehat, koreksi serta saran dengan penuh kesabaran;
2. Januar Adi Putra S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan, ilmu, nasehat dan koreksi dengan penuh kesabaran;
3. Anang Andrianto, S.T., M.T selaku dosen penguji utama dan Dwiretno Istiyadi S, ST., M.Kom selaku penguji anggota yang telah berkenan untuk menguji skripsi ini dan memberikan masukan serta saran demi sempurnanya skripsi ini;
4. Seluruh Bapak dan Ibu dosen beserta staff karyawan di Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember;
5. Ayahanda tercinta Tulus Rahardjo dan Ibunda tercinta Hariati yang selalu mendukung, mendoakan dan memberikan yang terbaik;
6. Saudara kandung Yuli Suwartiningsih, Devit Suwardiyanto, Pining Suwardiningtyas dan saudara ipar yang telah membantu dan memberikan semangat;
7. Wanita yang hadir menemani saya selama kuliah untuk memberikan bantuan, dukungan dan semangat serta doa, Fika Nurfitriya Pristyasari;

8. Teman tercinta yang telah memberikan semangat dan banyak membantu saya, Mareta Evelin Muhlisin, Muhammad Febri, Muhammad Madzarudin dan Trianto Rahmat;
9. Teman nongkrong saat kuliah yang tidak dapat disebutkan satu-persatu;
10. Keluarga besar Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember angkatan 2016 (FIGORA);
11. Keluarga besar Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember angkatan 2016;
12. Keluarga besar Himpunan Teknologi Informasi;
13. Keluarga besar Al-Azhar;
14. Keluarga besar Laboratorium Rekayasa Perangkat Lunak;
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Dengan harapan penelitian ini nantinya terus berlanjut dan berkembang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan adanya masukan yang bersifat membangun dari semua pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak

Banyuwangi, 16 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

H	
PERSEMBAHAN	
MOTTO	
PERNYATAAN	
SKRIPSI	
PENGESAHAN PEMBIMBING	
PENGESAHAN PENGUJI	
RINGKASAN	
PRAKATA	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lobster Air Tawar Redclaw	5
2.2 Sistem Kontrol Otomatis	6
2.3 Sistem Pendukung Keputusan	6
2.4 <i>Fuzzy</i> Inference System	6
2.5 <i>Internet of Things</i>	10
2.6 Arduino UNO	10
2.7 Sensor	11
2.7.1. Sensor pH	11

2.7.2. Sensor Kekeruhan	12
2.7.3. Sensor Suhu	13
2.7.4. Sensor Ultrasonik	13
2.8 Aktuator	14
2.9 Modul Wifi	16
2.10 Relay	16

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	17
3.2 Waktu Penelitian	17
3.3 Alat Penelitian	17
3.4 Tahapan Penelitian	18
3.4.1. Identifikasi Masalah	18
3.4.2. Studi Litelatur	19
3.4.3. Pengumpulan Data	19
3.4.4. Analisa Metode	20
3.4.5. Pembuatan Prototipe	20
3.4.6. Pengujian	24
3.4.7. Penyusunan Laporan	24

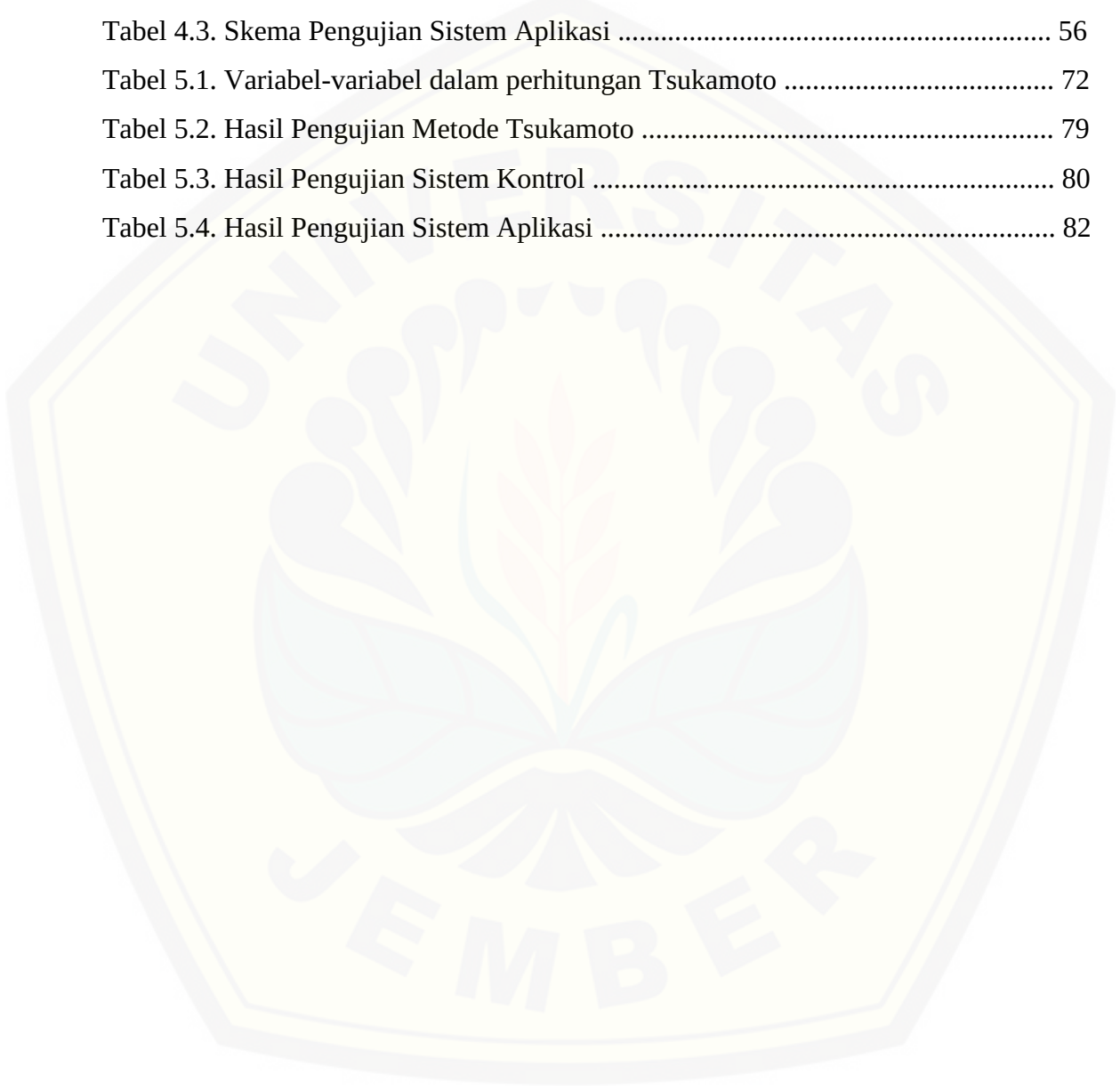
BAB 4 Design dan perancangan

4.1 Design Sistem Kontrol	25
4.1.1. <i>Context Diagram</i>	25
4.1.2. <i>Data Flow Diagram</i>	26
4.1.3. Kamus Data	27
4.2 Design Sistem Aplikasi	31
4.2.1. <i>Usecase</i>	31
4.2.2. <i>Activity Diagram</i>	33
4.2.3. Skenario	39
4.3 <i>Mockup</i> Aplikasi	49
4.3.1. Halaman Data Air	50

4.3.2. Halaman Data Aktifitas Aktuator	50
4.3.3. Halaman Pengaturan	51
4.3.4. Halaman Masuk Sistem	52
4.3.5. Halaman Tambah Pengguna	53
4.4 Skema Pengujian Sistem Kontrol	54
4.5 Skema Pengujian Sistem Aplikasi	56
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1 Pembangunan Prototipe	60
5.2 Pengolahan data Metode <i>Fuzzy Inference System</i> Sugeno	66
5.2.1. Fungsi Keanggotaan dan Fuzzifikasi	66
5.2.2. Rule Base	70
5.2.3. Inferensi	71
5.2.4. Defuzzifikasi	76
5.2.5. Perhitungan metode <i>Fuzzy Inference System</i> Sugeno	77
5.3 Penerapan Metode <i>Fuzzy Inference System</i> Sugeno	78
5.4 Hasil Pengujian Metode <i>Fuzzy Inference System</i> Sugeno	79
5.5 Hasil Pengujian Sistem Kontrol	80
5.6 Hasil Pengujian Sistem Aplikasi	82
BAB 6 PENUTUP	
6.1 Kesimpulan	85
6.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
A. Teks Wawancara dengan Bapak Budi Selaku Pekerja di Lab PT. Suri Tani Pramuka Terkait Penentuan Rule Base Keputusan Kuras Air Budidaya Udang.	90

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Deskripsi <i>Usecase</i>	33
Tabel 4.2. Skema Pengujian Sistem Kontrol.....	55
Tabel 4.3. Skema Pengujian Sistem Aplikasi	56
Tabel 5.1. Variabel-variabel dalam perhitungan Tsukamoto	72
Tabel 5.2. Hasil Pengujian Metode Tsukamoto	79
Tabel 5.3. Hasil Pengujian Sistem Kontrol	80
Tabel 5.4. Hasil Pengujian Sistem Aplikasi	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arduino UNO R3	11
Gambar 2.2. Sensor pH DFRobot	12
Gambar 2.3. Sensor Kekeruhan	12
Gambar 2.4. Sensor Suhu DS18B20	13
Gambar 2.5. Sensor Ultrasonik	14
Gambar 2.6. Pompa Air	14
Gambar 2.7. Heater Aquarium	15
Gambar 2.8. Peltier	15
Gambar 2.9. Modul Wifi ESP-8266	16
Gambar 2.10. Relay 16 Chanel	16
Gambar 3.1. Tahapan Penelitian	18
Gambar 3.2. Rancangan Prototipe	20
Gambar 3.3. Alur Sistem Pemenuhan Volume Air Aquarium	21
Gambar 3.4. Alur Sistem Pengoptimalan Suhu Air	22
Gambar 3.5. Alur Sistem Pengurusan Air	23
Gambar 4.1. Context Diagram	26
Gambar 4.2. Data Flow Diagram	27
Gambar 4.3. Usecase Diagram	32
Gambar 4.4. Activity Diagram Masuk Sistem	34
Gambar 4.5. Activity Diagram Melihat Data Air	35
Gambar 4.6. Activity Diagram Melihat Data Aktifitas Aktuator	35
Gambar 4.7. Activity Diagram Menambah Pengguna	36
Gambar 4.8. Activity Diagram Merubah Kondisi Optimal Suhu	37
Gambar 4.9. Activity Diagram Merubah Jarak Waktu Pengurusan	38
Gambar 4.10. Activity Diagram Keluar Aplikasi	39
Gambar 4.11. Mockup Data Air	50
Gambar 4.12. Mockup Aktifitas Aktuator	51
Gambar 4.13. Mockup Pengaturan	52

Gambar 4.14. Mockup Masuk Sistem	53
Gambar 4.15. Mockup Tambah Pengguna	54
Gambar 5.1. Rangkaian ESP8266	61
Gambar 5.2. Rangkaian Ultrasonik HC-SR04	61
Gambar 5.3. Rangkaian Sensor pH	62
Gambar 5.4. Rangkaian Sensor Suhu	63
Gambar 5.5. Rangkaian Sensor Kekeruhan	63
Gambar 5.6. Rangkaian Relay	64
Gambar 5.7. Rangkaian Alat	65
Gambar 5.8. Rangkaian Prototipe	65
Gambar 5.9. Rangkaian Prototipe	66
Gambar 5.10. Fungsi Keanggotaan pH	67
Gambar 5.11. Fungsi Keanggotaan Kekeruhan	69
Gambar 5.12. Serial Monitor Hasil Fuzzy	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Wawancara Kualitas Air 84



BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan hal-hal yang menjadi dasar dalam penelitian. Adapun yang akan dijelaskan antara lain adalah latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian.

1.1 Latar Belakang

Lobster air tawar adalah jenis udang-udangan yang hidup di air tawar. Dinamakan lobster karena mempunyai ciri fisik capit yang besar. Akan tetapi, ukuran lobster air tawar jauh lebih kecil dibandingkan jenis lobster air laut. Kebutuhan pasar yang banyak terhadap lobster air tawar memerlukan jenis yang cocok untuk di budidayakan di Indonesia karena lobster air tawar sangat bergantung pada kondisi lingkungan. Menurut (Titin, 2008), lobster air tawar *redclaw* adalah jenis yang sangat cocok untuk dibudidayakan di Indonesia karena memiliki nilai ekonomis paling tinggi, kecepatan tumbuh, dan kondisi lingkungan alam mendukung. Lobster air tawar *redclaw* dapat bertelur 4-5 kali setahun. Namun, di Queensland Australia yang merupakan habitat aslinya lobster air tawar *redclaw* hanya mampu bertelur dua kali setahun (Wiyanto & Hartono, 2003).

Permasalahan dalam membudidayakan lobster air tawar yaitu pada perawatan air. Kualitas air merupakan faktor lain yang juga mempunyai peranan penting dalam menunjang kelangsungan hidup dan pertumbuhan lobster air tawar (Rosmawati & Mulyana, 2019). Keputusan petani tradisional pada saat pergantian air juga menjadi masalah karena petani memutuskan menguras jika melihat kondisi air keruh, udang yang lemah atau nafsu makannya yang berkurang. Dalam hal ini bisa menyebabkan kematian terhadap lobster karena diagnosa kualitas air yang salah. Perbedaan suhu juga berpengaruh terhadap pertumbuhan lobster air tawar. Sehingga diperlukan teknologi yang dapat membantu peternak dalam perawatan kualitas air secara otomatis. Teknologi yang dapat digunakan yaitu sistem kontrol otomatis.

Sistem kontrol otomatis bekerja dengan cara memberikan umpan balik dari masukan data yang diproses. Dengan penerapan sistem kontrol otomatis maka suatu

proses dapat dikendalikan secara otomatis dan lebih mudah dibandingkan dengan cara manual. Pesatnya perkembangan teknologi internet mempengaruhi perkembangan sistem kontrol. Penggunaan teknologi internet memunculkan konsep dan isu baru sebagai salah satu dampak perkembangannya. Salah satu konsep yang dapat menggabungkan teknologi internet dan sistem fisik adalah *Internet of Things*. Penelitian penerapan sistem kontrol otomatis menggunakan teknologi *Internet of Things* telah dilakukan (Ruuhwan & Randi, 2018) untuk pengembangan *Smart Home* berbasis *Internet of Things* dengan monitoring melalui *smartphone* android. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perangkat mampu dikendalikan dan dimonitoring dari jarak jauh selama terkoneksi internet.

Pengembangan sistem otomatis memerlukan pemrosesan data input menjadi *output* dalam bentuk informasi yang baik agar dapat mengembangkan sistem otomatis yang efektif. Upaya pengendalian kualitas air secara otomatis untuk pergantian air dalam media dilakukan dengan memperhatikan suhu, pH dan kekeruhan. Pada dasarnya, pH dan kekeruhan saling berpengaruh terhadap kualitas air ikan atau udang (Supono, 2015). Untuk mengatasi pH dan kekeruhan solusinya yaitu dilakukan pengurasan. Atas dasar data parameter kualitas air yang lebih dari satu dan perlakuan untuk mengatasinya sama, maka logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menangani keberagaman data parameter dan dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional (Sri & Hari, 2010). Pada penelitian ini logika fuzzy digunakan untuk menentukan volume pengurasan. Dan untuk pengoptimalan suhu menggunakan heater dan coller yang berkeja secara otomatis. Pada penelitian (Rezak & Dahnil, 2018) implementasi Fuzzy Inference System Sugeno pada *Embedded System* mendeteksi kondisi kebakaran dalam ruangan, memberikan hasil bahwa metode *Fuzzy Inference System Sugeno* cocok untuk diaplikasikan pada sembarang model sistem kontrol karena fungsi keanggotaan konstan dan outputnya berupa konstanta atau persamaan linier.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis akan melakukan penelitian dengan judul “Implementasi Metode *Fuzzy Inference System* Sugeno Untuk Pengendali

Otomatis Kualitas Air Budidaya Lobster Air Tawar *Redclaw* Menggunakan Teknologi *Internet Of Things*. Harapannya dari sistem yang sudah di bangun dapat mempermudah dan menekan biaya operasional dalam budidaya lobster air tawar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, permasalahan yang harus diselesaikan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana membangun arsitektur sistem kontrol otomatis pengendali kualitas air lobster air tawar berbasis *IoT*
2. Bagaimana penerapan metode *Fuzzy Inference System* pada sistem sistem kontrol otomatis untuk pengendali kualitas air lobster air tawar?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan suatu masalah digunakan untuk menghindari adanya penyimpangan maupun pelebaran pokok masalah agar penelitian tersebut lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian akan tercapai. Beberapa Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino R3 UNO.
2. Penelitian ini menggunakan sensor suhu, sensor kekeruhan, sensor pH, dan sensor ultrasonik.
3. Penelitian ini menggunakan aktuator pemanas air, pendingin air, pompa air, dan *aerator*
4. *Fuzzy Inference System* digunakan sebagai penghasil keputusan volume pengurusan air.
5. Parameter yang menjadi masukan pada *Fuzzy Inference System* adalah kekeruhan dan pH.
6. Menggunakan aplikasi mobile untuk monitoring kualitas air.
7. Sistem kontrol otomatis yang dibangun berupa prototipe sederhana.

8. Prototipe yang dibuat digunakan untuk pengeraman induk sampai perontokan binih dan masa benih sampai umur 1 bulan

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah membangun dan mengukur keakuratan sistem pengendali otomatis kualitas air budidaya lobster air tawar menggunakan metode *Fuzzy Inference System* berbasis *Internet of Things*

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah:

1. Bagi Peternak Lobster Air Tawar Redclaw
Mempermudah dan mengurangi biaya budidaya dalam merawat kualitas air.
2. Bagi Akademis
Memberikan informasi sebagai referensi dalam penelitian bagi peneliti lain.
3. Bagi Peneliti
Dapat melatih kemampuan serta dapat mengimplementasikan ilmu pengetahuan yang telah di peroleh selama masa perkuliahan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan teori-teori serta pustaka yang dipakai pada waktu penelitian. Teori-teori ini diambil dari buku literatur, jurnal, dan internet. Berikut merupakan teori-teori yang digunakan dan dibahas dalam penelitian.

2.1 Lobster Air Tawar Redclaw

Lobster air tawar merupakan udang yang menyerupai lobster air laut. Lobster air tawar merupakan udang air tawar yang mempunyai bentuk seperti lobster karena memiliki capit yang besar dan kokoh, serta rostrum picak berbentuk segitiga yang meruncing. Lobster air tawar berasal dari Australia, Papua New Guinea, dan Irian Jaya, dengan spesies yang berbeda-beda (Titin, 2008).

Menurut (Titin, 2008) lobster air tawar diklasifikasikan sebagai berikut:

Phylum	: <i>Arthropoda</i>
Klas	: <i>Crustacea</i>
Ordo	: <i>Decapoda</i>
Family	: <i>Parastacidae</i>
Genus	: <i>Cherax</i>
Species	: <i>Cherax quadricarinatus</i>

Teknik budidaya lobster air tawar relatif sederhana dan tidak memerlukan lahan yang luas seperti di aquarium, bak plastik atau kolam kecil. Asalkan kebutuhan pakan, oksigen, dan kualitas air terpenuhi maka lobster air tawar dapat tumbuh dan berkembang biak dengan cepat (Titin, 2008). Kualitas air untuk budidaya lobster air tawar akan mengalami pertumbuhan maksimal pada suhu 24-29°C (Budiardi, 2008). Sebab suhu yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi nafsu makan lobster. Selanjutnya, Kekeruhan dan pH juga sangat perlu diperhitungkan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup lobster air tawar. Kondisi optimal Kekeruhan yaitu lebih 25-80 mg/L dan pH 6,5 – 9. Salah satu solusi untuk menjaga kualitas air adalah mengganti air di kolam.

2.2 Sistem Kontrol Otomatis

Suatu sistem kontrol otomatis dalam suatu proses kerja berfungsi mengendalikan proses tanpa adanya campur tangan manusia. Menurut (Faroqi & Sanjaya), sistem Kontrol otomatis dibagi menjadi dua yaitu *One Loop* dan *Close Loop*. Perbedaan dari kedua jenis sistem kendali ini adalah umpan balik (*feedback*), dimana pada *Open Loop* tidak memiliki umpan balik sedangkan pada *Closed Loop* memiliki umpan balik.

2.3 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan adalah sekumpulan elemen yang saling berhubungan untuk membentuk suatu kesatuan dalam proses pemilihan berbagai alternatif tindakan guna menyelesaikan suatu masalah, sehingga masalah tersebut dapat diselesaikan secara efektif dan efisien (Saefudin & Wahyuningsih, 2014).

2.4 Fuzzy Inference System

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh seorang peneliti di Universitas California, Barkley dalam bidang ilmu komputer bernama Prof Lutfi A. Zadeh pada tahun 1965. Secara bahasa *fuzzy* dapat diartikan sebagai samar atau kabur. Secara bersamaan, suatu nilai dapat bernilai benar atau salah. Perbedaan logika digital dengan logika *fuzzy* adalah derajat keanggotaan yang memiliki nilai 0 (nol) hingga 1 (satu) sedangkan logika digital hanya memiliki nilai 1 atau 0 yang artinya ya atau tidak. Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat.

Fuzzy bermakna kabur atau samar-samar dalam bahasa Inggris. Oleh karena itu, logika *fuzzy* bisa mengatasi masalah pengambilan keputusan yang dapat mempresentasikan pemikiran manusia. Berbeda dengan logika digital yang bernilai 1 dan 0 (benar dan salah). *Fuzzy* memiliki derajat keanggotaan skala 0 sampai 1. Contohnya setiap orang memiliki pemikiran yang berbeda untuk mempresentasikan tinggi seseorang karena tinggi seseorang bersifat relatif. Oleh karena itu, menyatakan

tinggi seseorang tidak bisa dilakukan dengan cara logika digital. Berikut konsep konsep dasar logika *fuzzy*

1. Himpunan tegas yang merupakan nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan tertentu.
2. Himpunan *fuzzy* yang merupakan suatu himpunan yang digunakan untuk mengatasi kekakuan dari himpunan tegas.
3. Fungsi keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1.
4. Variabel linguistik yang merupakan suatu variabel yang memiliki nilai berupa kata-kata yang dinyatakan dalam bahasa alamiah dan bukan angka.
5. Operasi dasar himpunan *fuzzy* merupakan operasi untuk menggabungkan dan atau memodifikasi himpunan *fuzzy*
6. Aturan (*rule*) *IF-THEN fuzzy* merupakan suatu pernyataan *IF-THEN*, dimana beberapa kata-kata dalam pernyataan tersebut ditentukan oleh fungsi keanggotaan.

Pengambilan keputusan menggunakan logika *fuzzy* biasa dikenal sebagai Algoritma *Fuzzy Inference System* dan satu metode algoritma *Fuzzy Inference System* adalah Sugeno. Menurut (Kusuma dewi, 2004) Sugeno merupakan metode *Fuzzy Inference System* aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *IF - THEN* dimana *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy* melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Menurut (Rahakbaw, 2015) *Fuzzy Inference System* Sugeno dibagi menjadi 2 model yaitu sebagai berikut:

1. Orde-Nol

Secara umum bentuk model *Fuzzy Inference System* Sugeno Orde Nol seperti pada persamaan (2.1) :

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots \circ (x_N \text{ is } A_N) THEN z = k \quad (2.1)$$

Keterangan:

A_i = Himpunan *fuzzy* ke-i sebagai anteseden

k = Konstanta sebagai anteseden

\circ = Operator *OR* atau *AND*

2. Orde-Satu

Secara umum bentuk model *Fuzzy Inference System* Orde Nol seperti pada persamaan (2.2) :

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots \circ (x_N \text{ is } A_N) THEN z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q \quad (2.2)$$

Keterangan:

A_i = Himpunan *fuzzy* ke- i sebagai anteseden

k = Konstanta sebagai anteseden

\circ = Operator *OR* atau *AND*

p_i = konstanta ke- i

q = konstanta dalam konsekuen

Berdasarkan model *fuzzy* tersebut, Menurut (Sri & Hari, 2010) tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam implementasi metode Sugeno yaitu sebagai berikut:

Dalam penelitian ini menggunakan Metode Sugeno Orde-satu. Adapun langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan variabel *fuzzy* yaitu variabel yang hendak digunakan dalam sistem *fuzzy* itu tersendiri.
2. Menentukan himpunan *fuzzy* untuk mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel.
3. Pembentukan fungsi keanggotaan setiap masing masing variabel. Dalam penelitian ini kurva yang sesuai yaitu fungsi kurva bahu dan kurva segitiga. Fungsi keanggotaan yang mempresentasikan kurva bahu dibagi menjadi 2 kurva yaitu bahu kiri dan bahu kanan. Kurva bahu kiri dapat dilihat dari persamaan (2.3) dan kurva bahu kanan pada persamaan (2.4). Fungsi keanggotaan yang mempresentasikan kurva segita dapat dilihat pada persamaan (2.5).

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & x > b \end{cases} \quad (2.3)$$

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-b}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 1, & x \geq c \end{cases} \quad (2.4)$$

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & b \leq x \leq c \\ \frac{c-x}{c-b}, & x \geq c \end{cases} \quad (2.5)$$

Keterangan :

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai input atau output yang akan diubah ke dalam bilangan *fuzzy*

4. Melakukan fuzzifikasi dengan membentuk aturan implikasi *fuzzy* yang diperoleh dari mengkombinasikan setiap atribut linguistik atau himpunan *fuzzy*. Sehingga mendapatkan aturan implikasi yang dapat dibentuk.
5. Melakukan proses *Fuzzy Inference System* orde-nol untuk menentukan ketepatan penentuan kualitas air.
6. Melakukan defuzzifikasi dengan menghitung rata-rata terbobot dari semua aturan implikasi *fuzzy*. Pada metode Sugeno defuzzifikasi dilakukan dengan perhitungan *Weight Average* yang dapat dilihat pada persamaan (2.6).

$$WA = \frac{(a_1 * z_n) + (a_1 * z_n) + (a_1 * z_n) + \dots + a_n * z_n}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n} \quad (2.6)$$

Keterangan :

a_n ⇒ Nilai predikat aturan ke-n

z_n ⇒ Indeks nilai output (konstanta) ke-n

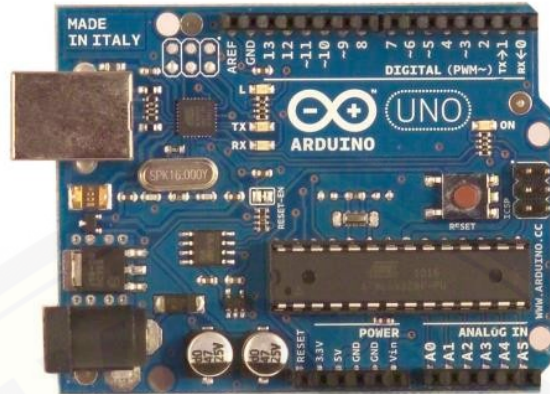
WA ⇒ Nilai rata-rata

2.5 Internet of Things

Menurut (Mudjarnoko & Slamet, 2017) *Internet of Things (IoT)* sebuah konsep atau skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Singkatnya *IoT* merupakan hubungan antar benda menggunakan internet. Penggunaan *IoT* sangat mempermudah aktifitas manusia seperti mengontrol alat yang tidak terbatas oleh jarak.

2.6 Arduino UNO

Mikrokontroler adalah sebuah sistem computer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip *IC*, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Sebuah komputer mikro memiliki tiga komponen utama, yaitu: unit pengolahan pusat (CPU: *Central Processing Unit*), memori dan sistem I/O (*input* atau *output*) untuk dihubungkan ke perangkat luar (Sumarsono, 2018). Salah satu contoh mikrokontroler yaitu Atmega328 yang digunakan di *Board* Arduino Uno R3 Atmega328p. Arduino Uno R3 Atmega328p adalah sebuah serangkaian *Board* yang tetanam chip mikrokontroler yang dapat berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik yang dapat menyimpan suatu program didalamnya. Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, buah ICSP header, dan sebuah tombol reset (Adriansyah & Oka, 2013). Gambar 2.1 merupakan bentuk fisik dari Arduino UNO.



Gambar 2.1 Arduino UNO R3

2.7. Sensor

Sensor merupakan peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala atau signal yang berasal dari perubahan suatu besaran tertentu menjadi besaran listrik (Fraden, 2003). *Output* data dari sebuah sensor bisa digunakan untuk acuan sistem kontrol otomatis dan bisa digunakan untuk memonitoring keadaan lingkungan. Sensor yang diperlukan untuk pembuatan alat kendali otomatis kualitas air lobster air tawar *redclaw* adalah sensor ketinggian air, pH, kekeruhan, suhu dan ketinggian air.

2.7.1. Sensor pH

pH adalah jumlah konsentrasi ion Hidrogen (H^+) pada larutan yang menyatakan tingkat keasaman dan kebasaan yang dimiliki (Ngafifuddin, 2017). Menurut (Qalit, 2017) Prinsip kerja utama sensor pH adalah terletak pada elektrode kaca yang mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Diujung sensor terdapat lapisan kaca yang didalamnya terdapat inti dari sensor pH yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif (H^+) dengan larutan terukur. Sensor pH yang digunakan yaitu keluaran dari DFRobot, seperti ditampilkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sensor pH DFRobot

2.7.2 Sensor Kekeruhan

Sensor kekeruhan yang dapat mendeteksi kekeruhan air dengan membaca sifat optic air akibat sinar dan sebagai perbandingan cahaya untuk dipantulkan dengan cahaya yang akan datang, merupakan. Kekeruhan merupakan kondisi air yang tidak jernih dan diakibatkan oleh partikel individu (*suspended solids*) yang umumnya tidak terlihat oleh mata telanjang, mirip dengan asap di udara. Semakin banyak partikel dalam air menunjukkan tingkat kekeruhan air juga tinggi. Pada sensor kekeruhan, bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan air akan diikuti oleh perubahan dari tegangan output sensor. Sensor kekeruhan ditampilkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sensor Kekeruhan

2.7.3 Sensor Suhu

Suhu adalah ukuran derajat panas atau dingin suatu benda (Supu & Usman, 2016). Cara kerja sensor suhu dengan cara mengubah besaran panas menjadi besaran listrik. Besaran listrik yang dihasilkan diproses sehingga memberikan data secara digital. Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Sensor suhu DS18B20, seperti ditampilkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Sensor Suhu DS18B20

2.7.4 Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik adalah alat elektronika yang kemampuannya bisa mengubah dari energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima. Setelah itu, akan didapatkan jarak antara sensor dengan target. Sensor Ultrasonik bisa dimanfaatkan untuk menghitung jarak ketinggian air. Sensor ultrasonik yang digunakan yaitu sensor ultrasonik HC-SR04, seperti ditampilkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04

2.8 Aktuator

Aktuator merupakan nama yang diberikan pada device yang mengubah energi input menjadi energi mekanik (Farid, 2009). Aktuator digunakan untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme. Prinsip kerja aktuator dengan cara mengkonversi energi listrik analog menjadi daya gerakan. Aktuator yang digunakan untuk sistem kendali otomatis kualitas air lobster air tawar redclaw sebagai berikut :

1. Pompa Air

Aktuator *water pump* digunakan untuk mengisi air dalam media. *Water pump* bekerja dengan cara menyedot air dalam media selama aktuator dialiri listrik. Aktuator water pump yang digunakan yaitu *water pump* SP-1200, seperti ditampilkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Water Pump SP-1200

2. Heater Aquarium

Heater aquarium khusus digunakan untuk memanasakan air dalam aquarium. Kenaikan suhu heater aquarium berbeda dengan heater pada umumnya. Heater pada

umumnya memiliki kenaikan suhu yang cepat, sedangkan heater aquarium memiliki kenaikan suhu yang lambat supaya ikan beradaptasi dengan baik. Heater yang digunakan adalah Amara Heater 100W, seperti ditampilkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Heater Amara 100W

3. Peltier

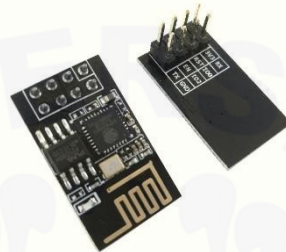
Peltier adalah lapisan keramik yang dapat berfungsi untuk menghasilkan panas dan dingin. Peltier mempunyai dua sisi yaitu sisi dingin dan panas. Ketika arus DC mengalir melalui perangkat, ia membawa panas dari satu sisi ke sisi lain, sehingga satu sisi mendapat dingin sementara yang lain akan lebih panas. Sehingga, semakin dingin di sisi panas maka disisi dingin akan bertambah dingin juga. Sisi panas akan ditempel dengan heatsink sehingga mengurangi panas, sedangkan sisi dingin berjalan di bawah suhu ruangan. Peltier ditampilkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Peltier

2.9 Modul Wifi

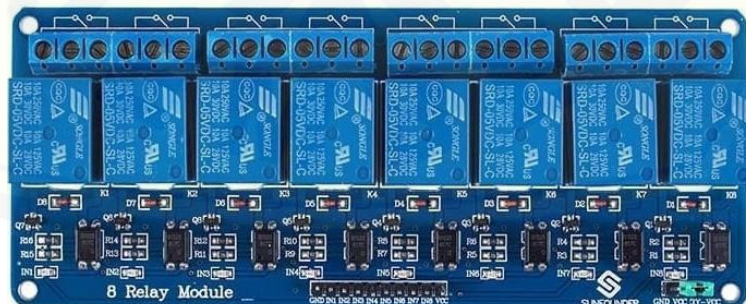
Modul wifi merupakan perangkat elektronik tambahan untuk mikrokontroler seperti Arduino UNO yang dapat menghubungkan ke wifi. Modul wifi bekerja dengan cara memberikan layanan IP kepada arduino dan PC agar terhubung ke internet. Modul wifi yang digunakan yaitu ESP-8266 ditampilkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 ESP-8266

2.10 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang digunakan untuk memutuskan atau menghubungkan benda elektronik dengan benda elektronik lainnya. Menurut (Saleh & Haryanti) Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Dalam penelitian ini relay digunakan untuk menjalankan fungsi logika dari mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan yaitu REL-0008 4 *Channel* seperti ditampilkan pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Relay 16 Channel

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang sekumpulan metode-metode yang akan digunakan dalam penelitian. Selain itu juga menjelaskan langkah dan prosedur yang akan dilakukan dalam pengumpulan data atau informasi guna memecahkan permasalahan dalam penelitian.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif dilakukan pada tahapan pemrosesan data setiap parameter kualitas air budidaya lobster air tawar. Data parameter kualitas air yang diproses seperti nilai pH, kelarutan oksigen dan suhu merupakan data angka. Dengan demikian, jenis penelitian merupakan penelitian kualitatif.

3.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini berlangsung kurang lebih 6 bulan, mulai bulan Januari 2020 sampai bulan July 2020.

3.3 Alat Penelitian

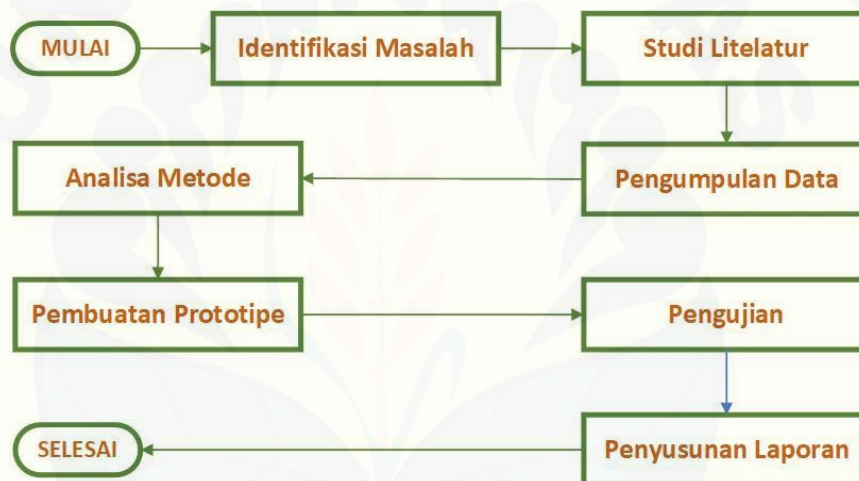
Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat lunak berupa Arduino IDE, PhpStorm, Enterprise Architecture, Adobe XD dan terdapat beberapa perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Arduino UNO
- b. Pompa Air
- c. Sensor pH
- d. Sensor Ultrasonik
- e. Sensor Kekeruhan
- f. Sensor DS18B20
- g. Breadboard
- h. Kabel jumper
- i. 8 channel 5V relay module

- j. Peltier
- k. HeateAquarium
- l. Kipas
- m. Aquarium
- n. Timba
- o. Adaptor

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

3.4.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah digunakan untuk mendapatkan permasalahan yang dihadapi pada budidaya lobster air tawar. Permasalahan yang diidentifikasi mengenai kesulitan cara budidaya, siklus hidup, dan nilai lebih lobster air tawar dari pada spesies lainnya. Setelah dilakukan identifikasi masalah, diharapkan penelitian benar benar mengatasi masalah dalam pembudidayaan lobster air tawar.

3.4.2 Studi Litelatur

Pada tahap studi litelatur dilakukan untuk mencari informasi tambahan atau informasi untuk memperkuat hasil dari identifikasi masalah. Sumber yang digunakan untuk studi litelatur berupa jurnal penelitian dan karya ilmiah. penelitian sebelumnya.

3.4.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah kegiatan yang dilakukan untuk mencari data dalam memenuhi kebutuhan penelitan. Pengumpulan data berasal dari observasi lapangan, wawancara ahli dan hasil studi litelatur. Dari hasil studi litelatur laju pertumbuhan lobster air tawar redclaw mencapai pertumbuhan optimum pada suhu 24-19°C dan pH 6,5-9 (Budiardi, 2008). Kekeruhan (*Total Suspended Solid*) optimum pemeliharaan yaitu 25-80 mg/l dan air tidak bersifat bahaya jika berada dibawah 25 mg/l. Setelah itu, hasil pengumpulan data secara wawancara ke Pak Ridho selaku pegawai bagian lab di PT. Suri Tani Pramuka mendapatkan data bahwa pengurasan ketika air dalam kondisi buruk maka dilakukan pengurasan 50% dan jika kondisi air tidak terlalu buruk maka dilakukan pengurasan 30 %. *rule base fuzzy* sebagai berikut :

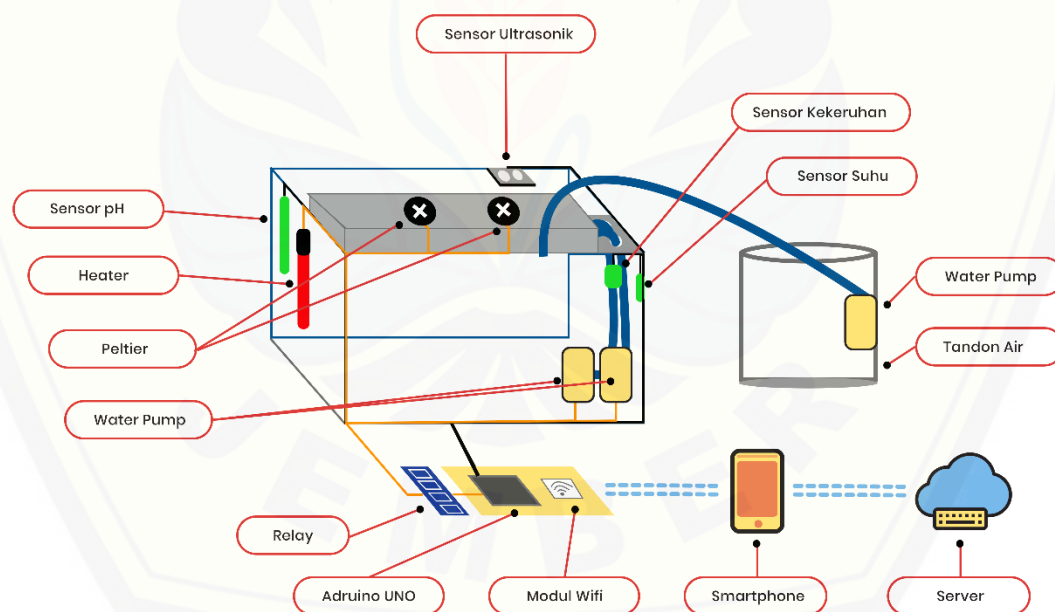
1. Jika pH Asam dan Kekeruhan Bersih maka Pengurasan sebesar 30% volume air
2. Jika pH Asam dan Kekeruhan Optimal maka Pengurasan sebesar 30% volume air
3. Jika pH Asam dan Kekeruhan Bahaya maka Pengurasan sebesar 50% volume air
4. Jika pH Optimal dan Kekeruhan Bersih maka Pengurasan sebesar 0% volume air
5. Jika pH Optimal dan Kekeruhan Optimal maka Pengurasan sebesar 0% volume air
6. Jika pH Optimal dan Kekeruhan Bahaya maka Pengurasan sebesar 30% volume air
7. Jika pH Basa dan Kekeruhan Bersih maka Pengurasan sebesar 30% volume air
8. Jika pH Basa dan Kekeruhan Optimal maka Pengurasan sebesar 30% volume air
9. Jika pH Basa dan Kekeruhan Bahaya maka Pengurasan sebesar 50% volume air

3.4.4 Analisa Metode

Tahap Analisa Metode merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menentukan dan memahami metode yang cocok untuk mengatasi permasalahan yang diteliti. Pada tahap ini didapatkan metode untuk memepakar kualitas air lobster air tawar menggunakan metode *Fuzzy Inference System*.

3.4.5 Pembuatan Prototipe

Pembuatan protoipe merupakan tahapan design sistem, perancangan sistem kontrol otomatis dan penulisan kode program sistem. Sistem kendali kualitas air lobster menggunakan metode *Fuzzy Inference System* berbasis *IoT* dibangun dengan mengintegrasikan sistem kontrol otomatis dan aplikasi melalui internet. Perancangan prototipe pada penelitian ini menggunakan beberapa alat dan dirangkai seperti gambar G.3.2

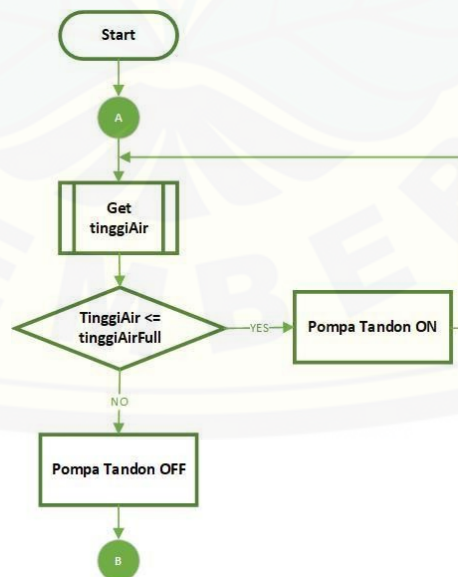


Gambar G.3.2 Rancangan Prototype

Sistem kontrol otomatis menggunakan 3 aktuator untuk menjaga kualitas air yaitu peltier sebagai pendingin air, heater sebagai pemanas air dan pompa air sebagai pengisi

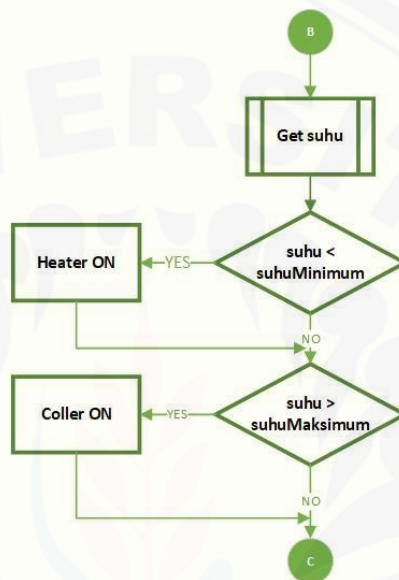
atau penguras air. Fungsi aktuator untuk mengembalikan kualitas air melebihi batas minimal kondisi yang sudah ditentukan. Aktuator dikendalikan oleh mikrokontroler dengan cara memberi tegangan listrik melalui relay. Respon menghidupkan pendingin air (peltier) dan pemanas air (heater) jika keadaan suhu tidak berada pada kondisi optimal. Sementara itu, respon menghidupkan pompa air jika kualitas air berada pada kondisi belum optimal. Saat kondisi air tidak optimal, penentuan volume pengurasan dari perhitungan metode *Fuzzy Inference System* menggunakan data pH yang didapatkan dari sensor pH, dan data kekeruhan dari sensor kekeruhan. Kemudian Pengurasan air memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak air pengurasan. Mikrokontroler dapat terhubung internet dengan bantuan modul wifi. Koneksi internet digunakan untuk menghubungkan aplikasi di *smartphone* dengan mikrokontroler. Aplikasi digunakan untuk mempermudah user memonitoring setiap parameter kualitas air dan aktifitas aktuator.

Alur sistem kontrol dimulai dengan mengecek ketinggian air memenuhi aquarium atau tidak. Jika tinggi air belum memenuhi aquarium maka dilakukan pengurasan sampai air memenuhi aquarium seperti yang digambarkan pada flowchart seperti G.3.3.



Gambar G.3.3 Alur Sistem Pemenuhan Volume Air Aquarium

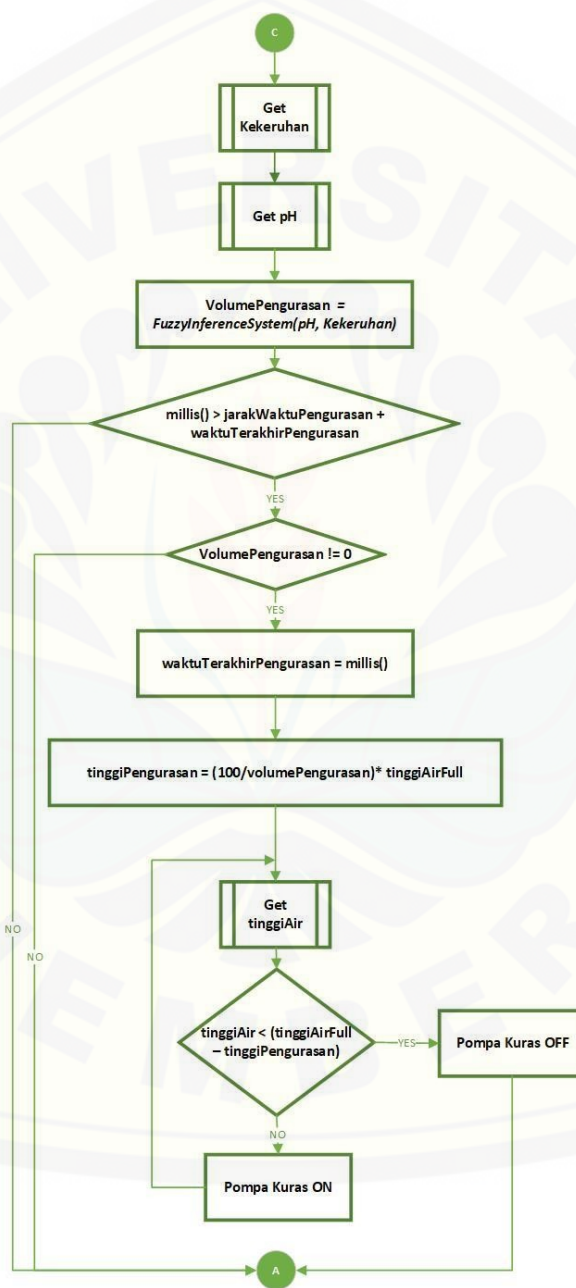
Ketika volume air sudah memenuhi aquarium, proses selanjutnya yaitu mengoptimalkan suhu air dengan mengatur aktifitas pendingin air dan pemanas air. Proses pengoptimalan suhu air seperti yang digambarkan pada flowchart seperti G.3.4.



Gambar G.3.4 Alur Sistem Pengoptimalan Suhu Air

Setelah proses pengoptimalan suhu air, alur selanjutnya yaitu mengecek kondisi kualitas air perlu dikuras atau tidak. Proses ini diawali dengan mengambil data pH dan kekeruhan dari sensor. Setelah itu, sistem kontrol melakukan pengambilan keputusan volume pengurasan air menggunakan metode *Fuzzy Inference System*. Jika hasil volume pengurasan tidak sama dengan 0% maka dilanjutkan proses pengecekan terhadap waktu adaptasi ikan terhadap pengurasan sebelumnya sudah memenuhi atau tidak. Proses pengecekan dilakukan dengan cara membandingkan waktu pengurasan yang terakhir dilakukan dijumlah dengan jarak waktu pengurasan, itu hasilnya lebih dari waktu saat pengecekan atau tidak. Jika sudah melebihi maka dilakukan pengurasan sebesar hasil keputusan sistem kontrol dengan metode *Fuzzy Inference System* dan memperbarui data waktu terakhir pengurasan. Waktu terakhir pengurasan

menggunakan fungsi “millis()” pada mikrokontroler arduino uno. Fungsi “millis()” digunakan untuk mendapatkan waktu mulai saat mikrokontroler hidup. Proses pengurasan air digambarkan pada flowchart seperti G.3.5.



Gambar G.3.5 Alur Sistem Pengurasan Air

3.4.6. Pengujian

Tahap Pengujian adalah kegiatan pengujian sistem hasil dari tahap pengembangan sistem. Proses pengujian dibagi seperti dibawah ini :

1. Pengujian sistem kontrol

Pengujian dilakukan untuk melihat alat berfungsi seperti semestinya atau tidak. Alat yang diuji meliputi sensor, aktuator dan modul. Pengecekan alat dilakukan dengan mengharuskan alat bertindak sesuai studi kasus yang diberikan.

2. Pengujian sistem aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan dengan cara *Black Box Testing* menurut (Cholifah & Sagita, 2018) *Black Box Testing* adalah pengujian perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program untuk mengetahui apakah fungsi, masukan dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Sehingga diharapkan pengujian aplikasi dapat memberikan hasil sesuai.

3.4.7. Penyusunan Laporan

Tahap penyusunan laporan dilakukan setelah tahapan pengujian selesai. Penyusunan laporan ditulis berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini merupakan bagian akhir dari penulisan skripsi yang berisi tentang kesimpulan dan saran atas penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan dan saran yang diberikan dapat digunakan sebagai acuan pada penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

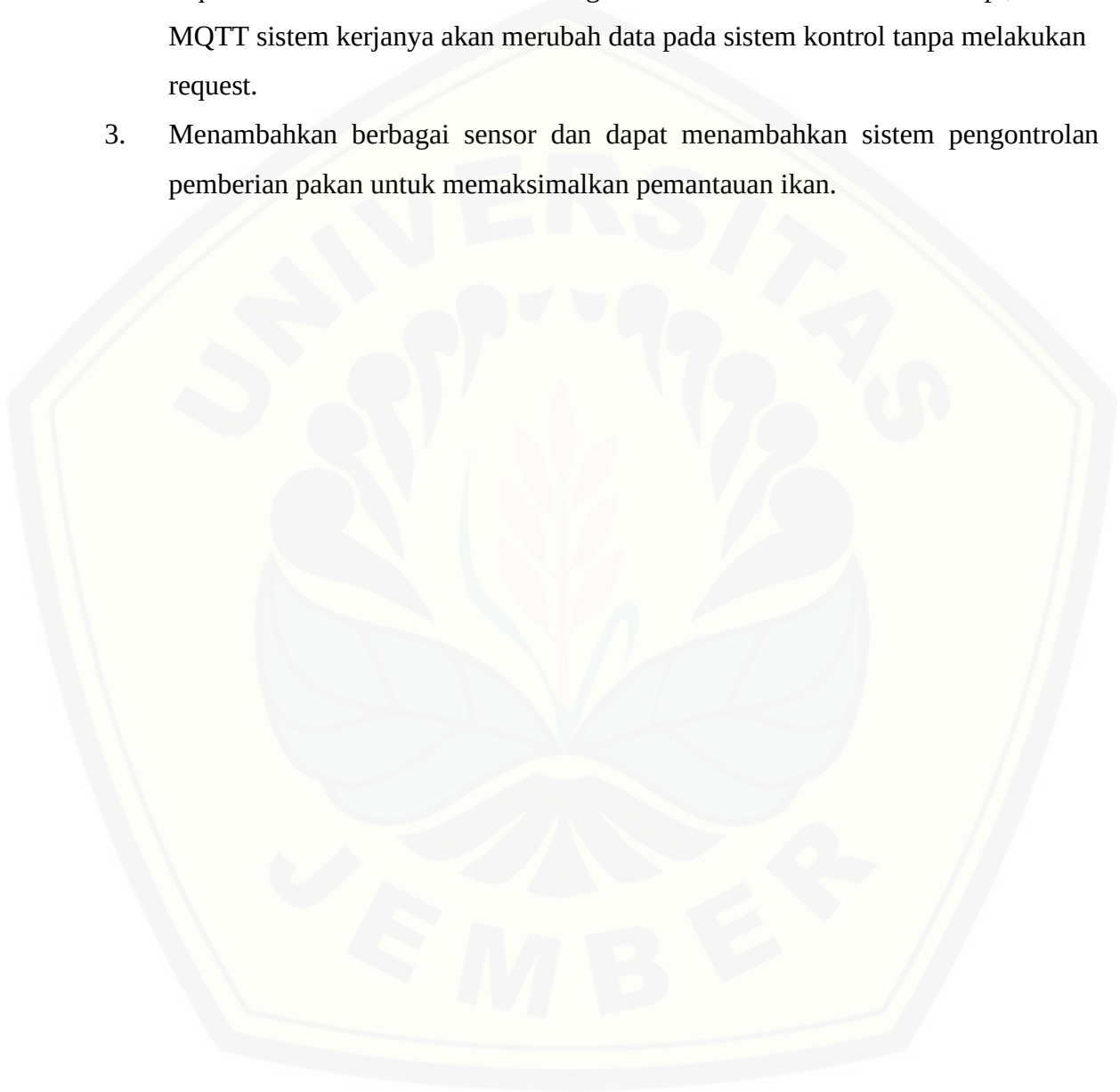
1. Sistem kontrol otomatis pengendali kualitas air budidaya lobster berbasis IoT yang dikembangkan berfungsi dengan baik.
2. Sistem aplikasi untuk memonitoring sistem kontrol dan kualitas air dapat berjalan dengan baik.
3. Sistem kontrol menggunakan metode *Fuzzy Inference System* berhasil dibuat untuk mengendalikan kualitas air dengan menggunakan dua variabel input yaitu pH dan kekeruhan. Masing-masing memiliki himpunan *fuzzy* sebagai berikut: pH memiliki tiga himpunan *fuzzy* yaitu Asam, Optimal, dan Basa; kekeruhan memiliki tiga himpunan *fuzzy* yaitu Bersih, Optimal, dan Bahaya. Dengan mengkombinasikan semua himpunan *fuzzy* maka diperoleh sembilan *rule base*. *Rule base* menggunakan operasi min. Kemudian proses *Defuzzifikasi* menggunakan metode Weight Average. Hasil dari defuzzifikasi digunakan untuk menentukan volume kuras air agar kualitas air membaik.

6.2 Saran

Saran yang dapat digunakan untuk pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan *Fuzzy Logic Multi Agent* bisa diterapkan pada kolam budidaya yang mempunyai ukuran besar. Ukuran kolam yang besar memungkinkan kondisi air setiap sudut kolam berbeda sehingga untuk mengatasinya perlu menggunakan *Fuzzy Logic Multi Agent*

2. Dalam interaksi sistem kontrol dan server disarankan menggunakan metode MQTT karena metode HTTP Request mengharuskan sistem kontrol melakukan request terlebih dahulu untuk mengambil data di server. Akan tetapi, Metode MQTT sistem kerjanya akan merubah data pada sistem kontrol tanpa melakukan request.
3. Menambahkan berbagai sensor dan dapat menambahkan sistem pengontrolan pemberian pakan untuk memaksimalkan pemantauan ikan.



DAFTAR PUSTAKA

- Adam, F., Masa, S., dan Riyan, N. 2018. Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Lampu Menggunakan Metode Pengenalan Suara Berbasis Arduino. Jurnal TELKA Vol.2 No.2. Bandung: Universitas Sunan Gunung Djati.
- Andi, A., dan Oka, H. 2013. Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino Atmega 328p. Jurnal Teknologi Elektro ISSN : 2086 9479.
- Dian, ANN. Dewi, dan Ristiawan, A. N. 2015. Kajian Ekonomi Usaha Budidaya Pembesaran Lobster Air Tawar Red Claw Hasil Tangkapan Bubu Di Rawa Pening. Jurnal Sumberdaya Perairan Vol. 9. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Ditjen PDS-KKP. 2018. Kinerja 4 Tahun Pemerintahan Jokowi – JK Sektor Kelautan Dan Perikanan. Lamongan : Kementrian Kelautan dan Perikanan.
- Dorteus Lodewyik, R. 2015. Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Berdasarkan Data Persediaan dan Jumlah Permintaan (Studi Kasus: Pabrik Roti Sarinda Ambon). Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan Vol. 9 No. 2. Maluku: Universitas Pattimura.
- Rezak, Dahniyal & Hannats. 2015. Implementasi Metode Fuzzy Sugeno Pada Embedded System Untuk Mendeteksi Kondisi Kebakaran Dalam Ruangan. Jurnal Teknologi Informasi. Vol. 2 No. 2. Malang: Universitas Brawijaya
- Rosmawati, Mulyana, dan M. Azmi Rafi. 2019. Pertumbuhan Kelangsungan Hidup Benih Lobster Air Tawar (*Cherax Quadricarinatus*) yang diberi Pakan Buatan Berbahan Baku Tepung Keong Mas (*Pomacea Sp.*) Jurnal Mina Sains Vol. 5. Bogor : Universitas Djuanda Bogor.
- Ruuhan, Randi, R., dan Indra, K. 2019. Sistem Kendali dan Monitoring pada Smart Home Berbasis *Internet of Things* (IoT). Jurnal *Innovation In Research Of Informatika* Vol. 1. Tasikmalaya : Universitas Perjuangan

- Saefudin, dan Sri, W. 2014. Sistem Pendukung Keputusan ntuk Penilaian Kinerja Pegawai Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) pada RSUD Serang. 2014. Jurnal Sistem Informasi Vol. 1 No.1. Banten. Universitas Serang Raya.
- Sumarsono, dan Dwiatmi, W. 2018. Pengembangan Mikrokontroler Sebagai Remote Control Berbasis Android. Jurnal Teknik Informatika Vol 11 No. 1. Yogyakarta: Universitas Islam Sunan Kalijaga.
- Sri, K., dan Hari, K. 2010. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sri Widaningsih. 2017. Analisis Perbandingan Metode *Fuzzy* Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Distribusi Raskin di Bulog Sub. Divisi Regional (Divre) Cianjur. Jurnal Informatika dan Manajemen Vol. 11. Cianjur: Universitas Suryakencana.
- Supono. 2015. Manajemen Lingkungan untuk Akuakultur. Yogyakarta: Plataxia.
- T. Budiardi, D. Y. Irawan, dan D. Wahjuningrum. 2008. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Lobster Capit Merah *Cherax Quadricarinatus* di Perikanan pada Sistem Resirkulasi dengan Kepadatan yang Berbeda. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Th. Dwi, S., Syamdidi, dan Diah Ikasari. 2007. Teknologi Penanganan Dan Transportasi Lobster Air Tawar. Jakarta Pusat : Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.
- Titin Kurniasih. 2008. Lobster Air Tawar (Parastacidae: Cherax), Aspek Biologi, Habitat, Penyebaran, dan Potensi Pengembangannya. Bogor : Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar.
- Wiyanto, H., dan R. Hartono. 2003. Lobster Air Tawar, Pembenihan dan Pembesaran. Jakarta: Penebar Swadaya.



LAMPIRAN

A. Teks Wawancara dengan Bapak Budi Selaku Pekerja di Lab PT. Suri Tani Pramuka Terkait Penentuan Rule Base Keputusan Kuras Air Budidaya Udang.

Penulis : Saya akan membuat sistem pengendalian otomatis kualitas air budidaya lobster air tawar pak. Di sistem itu akan ada fitur pengurasan otomatis pak dengan kriteria pH dan kekeruhan.

Budi : Kriteria kondisi air bisa dilihat dari suhu, kadar oksigen, kadar amonia, ph, dan kekeruhan. Tapi untuk budidaya lobster, pH dan kekeruhan sudah cukup soalnya budidaya lobster menggunakan aerator yang hidup terus menerus. Selain untuk memenuhi oksigen, Aerator juga berfungsi memberi aliran dalam air.

Penulis : Apa benar pak untuk mengatasi kondisi air yang jelek perlu dilakukan pengurasan ?

Budi : Benar, untuk mengatasi kondisi air yang jelek perlu melakukan pengurasan. Pengurasan dilakukan untuk menormalkan amonia, pH dan kekeruhan dalam air. Karena kondisi air yang jelek terjadi karena feses dari udang yang sudah menumpuk.

Penulis : Berapa persen air yang perlu dikuras pak ?

Budi : Jika kondisi air parah sebaiknya dikuras 50 % dan jika tidak terlalu parah maka dikuras 30%. Soalnya udang kesulitan adaptasi terhadap air baru jika dikuras sebesar 100%.

Penulis : Bagaimana pembobotan untuk menentukan besar pengurasan dengan kriteria ph dan kekeruhan pak?

Budi : pH Asam dan Kekeruhan Bersih maka Pengurasan sebesar 30% volume air. Jika pH Asam dan Kekeruhan Optimal maka Pengurasan sebesar 30% volume air. Jika pH Asam dan Kekeruhan Bahaya maka Pengurasan sebesar 50% volume air. Jika pH Optimal dan Kekeruhan Bersih maka Pengurasan sebesar 0% volume air. Jika pH Optimal dan Kekeruhan Optimal maka Pengurasan sebesar

0% volume air. Jika pH Optimal dan Kekeruhan Bahaya maka Pengurasan sebesar 30% volume air. Jika pH Basa dan Kekeruhan Bersih maka Pengurasan sebesar 30% volume air. Jika pH Basa dan Kekeruhan Optimal maka Pengurasan sebesar 30% volume air. Jika pH Basa dan Kekeruhan Bahaya maka Pengurasan sebesar 50% volume air

