



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERANCANGAN PERANGKAT KERAS SISTEM KENDALI DAN
MONITORING KONDISI AIR PADA KOLAM IKAN KOI BERBASIS
INTERNET OF THINGS DENGAN LOGIKA *FUZZY***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

JORDANO IQBAL DARMAWAN

21120120130073

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Jordano Iqbal Darmawan
NIM : 21120120130073
Departemen : Teknik Komputer
Judul Tugas Akhir : Perancangan Perangkat Keras Sistem Kendali dan Monitoring Kondisi Air pada Kolam Ikan Koi Berbasis *Internet of Things* dengan Logika Fuzzy

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I	: Dania Eridani, S.T., M.Eng.	()
Pembimbing II	: Adnan Fauzi, S.T., M.Kom.	()
Ketua Penguji	: Ike Pertiwi Windasari, S.T., M.T.	()
Anggota Penguji	: Arseto Satriyo Nugroho, S.T., M.Eng.	()

Semarang, 23 Februari 2024
Ketua Departemen Teknik Komputer

Prof. Dr. Adian Fatchur Rochim S.T., M.T.
NIP. 197302261998021001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Jordano Iqbal Darmawan

NIM : 21120120130073

Tanda Tangan : 

Tanggal : Semarang, 23 Februari 2024

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jordano Iqbal Darmawan

NIM : 21120120130073

Departemen : TEKNIK KOMPUTER

Fakultas : TEKNIK

Jenis Karya : TUGAS AKHIR

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya berjudul:

Perancangan Perangkat Keras Sistem Kendali dan Monitoring Kondisi Air pada Kolam Ikan Koi Berbasis *Internet of Things* dengan Logika Fuzzy.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk aplikasi perangkat lunak, merawat dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada tanggal : 23 Februari 2024

Yang menyatakan,



(Jordano Iqbal Darmawan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Perancangan Perangkat Keras Sistem Kendali dan Monitoring Kondisi Air pada Kolam Ikan Koi Berbasis *Internet of Things* dengan Logika Fuzzy”**.

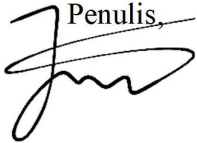
Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai syarat kelulusan serta untuk memenuhi kewajiban di Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, Penulis tentunya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, bantuan, doa, dan arahan. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dania Eridani, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan, dan waktu kepada Penulis selama pembuatan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Adnan Fauzi, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan, dan waktu kepada Penulis selama pembuatan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Adian Fatchur Rochim S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Komputer Universitas Diponegoro.
4. Bapak Ilmam Fauzi Hashbil Alim S.T., M.Kom. selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Komputer yang telah memberikan ilmunya kepada Penulis.
6. Seluruh Staf Tata Usaha dan/atau Tenaga Kependidikan Departemen Teknik Komputer yang telah bekerja dengan baik.
7. Kedua orang tua, saudara, serta keluarga terdekat yang telah memberikan dukungan secara moral dan materi, kasih sayang, doa, nasehat, serta atas kesabaran yang luar biasa dalam setiap langkah hidup Penulis.

8. Teman-teman Jurusan Teknik Komputer angkatan 2020 dan tim Capstone yang turut serta memberikan dukungan dan menemani selama proses kuliah hingga Tugas Akhir ini.
9. Muhamad Rafdan Maulana dan R Adi Wijaya Swastama yang telah membantu dan menemani Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga selesainya Tugas Akhir ini.

menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Tugas Akhir ini masih sangat membutuhkan kritik, saran, serta masukan yang dapat membantu agar Tugas Akhir ini berkembang lebih baik lagi. Penyampaian terima kasih ini akan Penulis akhiri dengan harapan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi motivasi serta inspirasi bagi pembaca.

Semarang, 23 Februari 2024

Penulis,


(Jordano Iqbal Darmawan)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 <i>Internet of Things</i>	9
2.2.2 Logika <i>Fuzzy</i>	9
2.2.3 Mikrokontroler	11
2.2.4 ESP32-WROOM-32U	12

2.2.5	Sensor Suhu DS18B20	13
2.2.6	Sensor pH E-201-C	14
2.2.7	Sensor <i>Turbidity</i>	14
BAB III PERANCANGAN SISTEM		15
3.1	Gambaran Umum Sistem	15
3.2	Identifikasi Kebutuhan Sistem	16
3.2.1	Kebutuhan Fungsional	16
3.2.2	Kebutuhan Non-Fungsional	17
3.3	Perancangan Perangkat Keras	17
3.3.1	Skematik.....	17
3.3.2	<i>Layout & Routing</i>	20
3.3.3	<i>Assembly</i> Komponen pada PCB.....	21
3.3.4	Perakitan Sensor Suhu DS18B20.....	22
3.3.5	Perakitan Sensor <i>Turbidity</i> SEN0189	22
3.3.6	Perakitan Sensor pH E-201-C	23
3.3.7	Perakitan OLED SH1106.....	24
3.4	Perancangan <i>Fuzzy Inference System</i>	24
3.5	Perancangan <i>Firmware</i>	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Implementasi Perangkat Keras.....	37
4.1.1	PCB Mikrokontroler	37
4.1.2	Pemasangan Sensor.....	37
4.2	Implementasi <i>Firmware</i>	40
4.2.1	Pemrograman OLED.....	41
4.2.2	Pemrograman Pembacaan Sensor	46

4.2.3	Pemrograman WiFi dan Bluetooth.....	49
4.2.4	Pemrograman Firebase.....	53
4.2.5	Pemrograman Logika <i>Fuzzy</i>	61
4.2.6	Pemrograman <i>Main</i>	69
4.3	Pengujian Perangkat Keras	72
4.3.1	<i>Unit Testing</i>	72
BAB V PENUTUP.....		86
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA		88
LAMPIRAN I		91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva trapesium keanggotaan <i>fuzzy</i> [13]	10
Gambar 2.2 ESP32-WROOM-32U[18]	12
Gambar 2.3 Sensor suhu DS18B20.....	13
Gambar 2.4 Sensor pH E-201-C	14
Gambar 3.1 Skematik <i>wiring</i> ESP-WROOM-32U	18
Gambar 3.2 Skematik <i>wiring regulator</i> daya dan tombol.....	18
Gambar 3.3 Skematik <i>wiring</i> komponen <i>relay</i>	19
Gambar 3.4 Skematik <i>wiring</i> konektor sensor dan aktuator	20
Gambar 3.5 <i>Routing top layer</i>	21
Gambar 3.6 <i>Routing bottom layer</i>	21
Gambar 3.7 3D PCB alat IoT	21
Gambar 3.8 Perakitan sensor suhu pada PCB alat IoT	22
Gambar 3.9 Perakitan sensor kekeruhan pada PCB alat IoT	23
Gambar 3.10 Perakitan sensor pH pada PCB alat IoT	23
Gambar 3.11 Perakitan OLED pada PCB alat IoT	24
Gambar 3.12 FIS Sugeno dengan 2 masukan dan 4 keluaran.....	25
Gambar 3.13 FIS fungsi keanggotaan suhu	26
Gambar 3.14 FIS fungsi keanggotaan pH.....	27
Gambar 3.15 Inferensi pada Matlab.....	28
Gambar 3.16 Grafik pemetaan masukan suhu dan pH terhadap <i>relay heater</i>	29
Gambar 3.17 Grafik pemetaan masukan suhu dan pH terhadap <i>relay pompa peltier</i>	30
Gambar 3.18 Grafik pemetaan masukan suhu dan pH terhadap <i>relay pompa pH up</i>	30
Gambar 3.19 Grafik pemetaan masukan suhu dan pH terhadap <i>relay pompa pH down</i>	31
Gambar 3.20 Diagram alir umum sistem	31
Gambar 3.21 Diagram alir proses <i>setup</i>	32
Gambar 3.22 Diagram alir proses pada <i>core 1</i>	33
Gambar 3.23 Diagram alir proses pada <i>core 2</i>	34

Gambar 4.1 PCB mikrokontroler tampak atas	37
Gambar 4.2 PCB mikrokontroler tampak bawah.....	37
Gambar 4.3 Pemasangan sensor suhu	38
Gambar 4.4 Pemasangan OLED	38
Gambar 4.5 Pemasangan sensor kekeruhan	38
Gambar 4.6 Pemasangan sensor pH.....	38
Gambar 4.7 Implementasi perancangan mikrokontroler.....	39
Gambar 4.8 Pemasangan prototipe dengan media uji akuarium.....	40
Gambar 4.9 Pengujian sensor suhu dengan termometer raksa.....	74
Gambar 4.10 Pengujian sensor pH dengan larutan <i>buffer</i>	75
Gambar 4.11 Grafik regresi linier nilai NTU dan nilai ADC	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....	6
Tabel 2.2 Spesifikasi ESP32-WROOM-32U.....	12
Tabel 3.1 Antarmuka sensor suhu DS18B20	22
Tabel 3.2 Antarmuka sensor <i>turbidity</i> SEN0189	23
Tabel 3.3 Antarmuka sensor pH E-201-C.....	23
Tabel 3.4 Antarmuka OLED SH1106.....	24
Tabel 3.5 <i>Fuzzy rule base</i>	28
Tabel 4.1 Pengujian fungsionalitas perangkat keras.	73
Tabel 4.2 Pengujian Sensor DS18B20.....	75
Tabel 4.3 Pengujian sensor E-201-C dengan pH <i>buffer</i> 4,01.....	76
Tabel 4.4 Pengujian sensor E-201-C dengan pH <i>buffer</i> 6,86.....	77
Tabel 4.5 Pengujian sensor E-201-C dengan pH <i>buffer</i> 9,18.....	77
Tabel 4.6 Pengujian sensor SEN0189.....	78
Tabel 4.7 Perbandingan uji laboratorium dan sensor SEN0189 sampel 1.....	79
Tabel 4.8 Perbandingan uji laboratorium dan sensor SEN0189 sampel 2.....	79
Tabel 4.9 Perbandingan uji laboratorium dan sensor SEN0189 sampel 3.....	80

ABSTRAK

Salah satu ikan hias yang menjadi favorit di Indonesia adalah ikan koi dikarenakan memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi diantara ikan hias lainnya. Diperlukan perawatan dan pengawasan dalam pemeliharaan dan pembesarannya, terutama pada kualitas air yang digunakan. Kurangnya pengawasan dalam pemeliharaan sering menyebabkan kegagalan dalam memelihara ikan koi. Karena tidak diperhatikannya kondisi air dapat menyebabkan perubahan kualitas air yang membuat ikan tidak dapat tumbuh dengan baik. Diperlukan sebuah sistem yang dapat menjaga kondisi air pada kolam ikan koi berupa alat yang mampu melakukan pengaturan terhadap parameter kondisi air agar tetap terjaga pada kondisi optimal. Pemelihara ikan koi membutuhkan sistem yang dapat melakukan pengendalian terhadap kondisi air. Sehingga, rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana perancangan dan implementasi dari perangkat keras sistem kendali dan monitoring kondisi air pada kolam ikan koi berbasis IoT dengan menggunakan logika fuzzy.

Perancangan alat ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem kendali dan monitoring kondisi air kolam ikan koi dengan menggunakan algoritma logika fuzzy berbasis Internet of Things. Sistem dibangun dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor suhu DS18B20, sensor turbidity untuk kekeruhan, sensor E-201-C untuk pH air, dan 4 buah relay untuk kendali aktuator. Data yang dibaca oleh sensor-sensor akan diproses dalam fuzzifikasi sebagai keluaran dari sistem kontrol dan data juga dikirim ke real-time database dan Firestore Firebase di mana selanjutnya data tersebut dapat dibaca melalui aplikasi mobile SKM KAKOI.

Hasil dari penelitian ini adalah alat sistem kendali dan monitoring kondisi air kolam ikan koi dapat membaca nilai suhu, pH, dan kekeruhan air dengan akurasi yang baik. Perangkat juga bisa melakukan kendali terhadap suhu menggunakan peltier dan pemanas air serta tingkat pH air dengan memompa cairan penurun dan penaik pH dengan kendali relay. Nilai suhu, pH, dan kekeruhan air yang terbaca oleh sensor dikirimkan ke Firebase untuk selanjutnya dibaca melalui aplikasi mobile.

Kata Kunci : *ESP32, Firebase, Logika Fuzzy, DS18B20, Internet of Things*

ABSTRACT

One of the favorite ornamental fish in Indonesia is the koi fish due to its higher economic value compared to other ornamental fish. Care and supervision are required in its maintenance and cultivation, especially regarding the quality of the water used. The lack of supervision in cultivation often leads to failures in koi fish farming. Neglecting water conditions can result in changes in water quality, which may hinder the optimal growth of the fish. A system is needed to maintain water conditions in koi fish ponds, in the form of a device capable of regulating water condition parameters to remain optimal. Koi fish farming requires a system that can control water conditions. Therefore, the problem statement of this research is how to design and implement hardware for a control and monitoring system for water conditions in koi fish ponds based on IoT using fuzzy logic.

The design of this device aims to develop a control and monitoring system for koi fish pond water conditions using a fuzzy logic algorithm based on the Internet of Things. The system is built using an ESP32 microcontroller connected to DS18B20 temperature sensors, turbidity sensors, E-201-C sensors for water pH, and 4 relays for actuator control. Data collected by the sensors will be processed through fuzzification for the control output and the data also sent to the real-time database and Firestore Firebase, where the data can be accessed through the SKM KAKOI mobile application.

The results of this research are a control and monitoring system for koi fish pond water conditions that can accurately read water temperature, pH, and turbidity values. The device can also control temperature using a peltier cooler and water heater, as well as regulate water pH levels by pumping pH lowering and raising fluids with relay control. Water temperature, pH, and turbidity values read by the sensors are sent to Firebase for further access through the mobile application.

Keywords : ESP32, Firebase, Fuzzy Logic, DS18B20, Internet of Things