

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
DAFTAR ISTILAH.....	xviii
INTISARI.....	1
<i>ABSTRACT</i>	2
BAB I PENDAHULUAN	3
1.1. Latar belakang.....	3
1.2. Rumusan masalah	6
1.3. Tujuan dan manfaat Proyek Akhir	6
1.4. Batasan Masalah	7
1.5. Sistematika penulisan	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
2.1. Tinjauan Pustaka	10
2.2. Dasar teori	19
2.2.1. Akuarium	19

2.2.2.	<i>Internet of Things</i>	19
2.2.3.	ESP32.....	20
2.2.4.	Sensor Suhu DS1B20	23
2.2.5.	Sensor <i>Turbidity</i> (kekeruhan) Air SEN0189.....	25
2.2.6.	Sensor Ultrasonik.....	26
2.2.7.	<i>Relay</i>	27
2.2.8.	<i>Heater</i> Akuarium	29
2.2.9.	<i>Fan</i>	30
2.2.10.	Motor Servo.....	31
2.2.11.	DC-DC <i>Converter</i> IC LM2596	32
2.2.12.	Pompa Filter	33
2.2.13.	LCD Crystal 16x2 I2C.....	34
2.2.14.	<i>Power supply</i>	36
2.2.15.	<i>Home Assistant</i>	37
2.2.16.	MQTT (<i>Message Queueing Telemetry Transport</i>).....	38
2.2.17.	VM (<i>Virtual Machine</i>)	40
2.2.18.	OS (<i>Operating System</i>).....	41
BAB III METODE PENELITIAN		43
3.1.	Alat dan bahan	43
3.2.	Tahapan Penelitian	44
3.3.	Objek dan Tempat Penelitian	47
3.4.	Kerangka Sistem secara Keseluruhan.....	47
3.5.	Rancangan Konektivitas Antar Komponen	50
3.5.1	Konektivitas ESP32 dengan Sensor	50
3.5.2	Koneksi ESP32 dengan Motor Servo	52

3.5.3	Koneksi ESP32 dengan Aktuator.....	53
3.5.4	Koneksi ESP32 dengan LCD	55
3.5.5	Desain Alat Keseluruhan.....	56
3.5.6	Perancangan <i>Aplikasi Home Assistant</i>	60
3.6.	Perancangan Program Mikrokontroler	65
3.7	Perancangan Desain Aplikasi PCB secara keseluruhan.....	71
3.7	Parameter Karakteristik Pengukuran	73
3.8	Analisis Regresi Linear	77
3.9	Metode Pengambilan Data.....	78
3.6.1	Sensor DS18B20	78
3.6.2	Sensor Turbidity	80
3.6.3	Sensor Ultrasonik	81
3.10	Perbandingan Pengujian Konsumsi Energi	82
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		84
4.1	Implementasi Perangkat Keras	84
4.1.1	Implementasi Perangkat Keras Keseluruhan	84
4.2	Implementasi Perangkat Lunak	85
4.2.1	Implementasi Otomatisasi pada <i>Home Assistant</i>	85
4.2.2	Tampilan Dashboard pada <i>Home Assistant</i>	87
4.3	Hasil Pengujian Sensor	89
4.3.1	Pengujian Sensor DS18B20	89
4.3.2	Pengujian Sensor <i>Turbidity</i>	93
4.3.3	Pengujian Sensor Ultrasonik	98
4.4	Hasil Pengujian Fitur Secara Keseluruhan	101
4.4.1	Pengatur Suhu Otomatis	101

4.4.2 Penyaringan Otomatis.....	107
4.4.3 Pemberi Pakan Otomatis.....	112
4.5 Hasil Perbandingan Akuarium dengan dan tanpa Sistem Otomatisasi IoT 116	
4.5.1 Hasil Perbandingan Suhu dengan <i>Fan</i> dan tanpa <i>Fan</i>	116
4.5.2 Hasil Perbandingan Suhu dengan <i>Heater</i> dan tanpa <i>Heater</i>	117
4.5.3 Hasil Perbandingan Konsumsi Energi.....	118
BAB V PENUTUP	120
5.1 Kesimpulan	120
5.2 Saran.....	121
DAFTAR PUSTAKA	124
LAMPIRAN	129

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Akuarium Ikan.....	19
Gambar 2. 2 IoT <i>Application</i>	20
Gambar 2. 3 Modul ESP32 DEVKITC V4	21
Gambar 2. 4 Struktur I/O Modul ESP32 Dev Kit C.....	22
Gambar 2. 5 Sensor Suhu DS18B20.....	24
Gambar 2. 6 Sensor <i>Turbidity</i> SEN0189.....	25
Gambar 2. 7 Hubungan Nilai NTU dengan Tegangan (DFRobot).....	26
Gambar 2. 8 Sensor Ultrasonik	27
Gambar 2. 9 Relay 4 Channel	28
Gambar 2. 10 <i>Heater</i> Aquarium	29
Gambar 2. 11 <i>Fan</i> 12V	30
Gambar 2. 12 Motor Servo	31
Gambar 2. 13 Modul IC <i>Step Down</i> LM2596	32
Gambar 2. 14 Pompa Filter	33
Gambar 2. 15 LCD 16X2 I2C	35
Gambar 2. 16 I2C.....	35
Gambar 2. 17 <i>Switching Power supply</i>	37
Gambar 2. 18 Logo <i>Home Assistant</i>	38
Gambar 2. 19 Protokol MQTT	39
Gambar 3. 1 Flowchart Tahapan Penelitian.....	45
Gambar 3. 2 Blok Diagram Perencanaan Sistem	48
Gambar 3. 3 Flowchart Sistem	50
Gambar 3. 4 Koneksi ESP32 dengan Sensor.....	51
Gambar 3. 5 Koneksi ESP32 dengan Motor Servo	53
Gambar 3. 6 Koneksi ESP32 dengan Aktuator.....	54
Gambar 3. 7 Koneksi ESP32 dengan LCD.....	55
Gambar 3. 8 Desain Akuarium Tampak Isometrik dan Dimensi	56
Gambar 3. 9 Desain Akuarium Tampak Depan	57

Gambar 3. 10 Akuarium Tampak Samping	57
Gambar 3. 11 Desain Akuarium Tampak Samping Atas	58
Gambar 3. 12 Desain Akuarium Tampak Atas	59
Gambar 3. 13 Tampilan CLI <i>Home Assistant</i>	61
Gambar 3. 14 Install MQTT Broker	61
Gambar 3. 15 Konfigurasi Sensor pada file MQTT	62
Gambar 3. 16 Konfigurasi <i>Switch</i> pada file MQTT	63
Gambar 3. 17 Konfigurasi <i>Button</i> pada file MQTT	64
Gambar 3. 18 Tampilan Dashboard <i>Home Assistant</i>	65
Gambar 3. 19 Kode Program Konfigurasi Wifi dan MQTT	66
Gambar 3. 20 Pengukuran Persentase Wadah Pakan Sensor Ultrasonik....	66
Gambar 3. 21 Kode Program Pembacaan Nilai Kekeruhan.....	67
Gambar 3. 22 Kode Program Pengiriman Data Sensor ke MQTT	68
Gambar 3. 23 Komunikasi ESP32 dengan Home Assistant.....	69
Gambar 3. 24 Loop Utama untuk Kontrol dan Monitoring Otomatis	70
Gambar 3. 25 Skematik Elektronik Akuarium Berbasis IoT	71
Gambar 3. 26 Layout PCB Akuarium berbasis IoT	72
Gambar 3. 27 PCB Fisik Akuarium Berbasis IoT.....	73
Gambar 3. 28 Pengujian Sensor dan Thermometer Digital di Titik Uji yang sama	79
Gambar 3. 29 Sampel untuk Uji Lab Kekeruhan NTU	80
Gambar 3. 30 Pengukuran Tinggi Wadah Pakan untuk Kalibrasi	81
Gambar 3. 31 Penunjukan Total Daya (Watt) pada Sistem IoT di CozyLife	82
Gambar 4. 1 Implementasi Perangkat Keras Tampak Atas.....	84
Gambar 4. 2 Implementasi Perangkat Keras Tampak Atas.....	85
Gambar 4. 3 Implementasi Perangkat Keras Tampak Belakang	85
Gambar 4. 4 Daftar Otomatisasi pada Sistem Akuarium berbasis IoT	86
Gambar 4. 5 Tampilan Monitoring dan Kontrol Akuarium Berbasis IoT ...	87
Gambar 4. 6 Grafik Linearitas Kalibrasi Alat Ukur Suhu	90

Gambar 4. 7 Grafik Regresi Sensor DS18B20 terhadap Thermometer Terkalibrasi	92
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Perulangan Pengukuran Nilai Suhu dengan Rata-rata dan Standar Deviasi	93
Gambar 4. 9 Grafik Linearitas ADC terhadap Nilai NTU	94
Gambar 4. 10 Grafik Regresi Kalibrasi Sensor <i>Turbidity</i> terhadap Nilai NTU Standar.....	96
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Perulangan Pengukuran Nilai ADC dengan Rata-rata dan Simpangan Baku	97
Gambar 4. 12 Grafik Regresi Sensor Ultrasonik terhadap Alt Ukur Panjang	99
Gambar 4. 13 Grafik Hasil Perulangan Pengukuran Nilai Jarak dengan Rata-rata dan Simpangan Baku	101
Gambar 4. 14 Kondisi suhu real-time pada LCD.....	102
Gambar 4. 15 <i>Heater</i> menyala	103
Gambar 4. 16 Tampilan Dashboard Nilai Sensor dan Status Heater ON' ..	103
Gambar 4. 17 Kondisi suhu real-time pada LCD.....	104
Gambar 4. 18 <i>Fan</i> ON	104
Gambar 4. 19 Tampilan Dashboard Nilai Sensor dan Status Fan ON	104
Gambar 4. 20 Grafik Penurunan NTU real-time dari Home Assistant	109
Gambar 4. 21 Tampilan Dashboard Saat Pompa Menyala	111
Gambar 4. 22 Tampilan Penambahan Counter dan Reset Counter.....	111
Gambar 4. 23 Notifikasi Ganti Filter	112
Gambar 4. 24 Tampilan Setting Jadwal Pemberian Pakan dan Takaran Pakan	113
Gambar 4. 25 Hasil Pakan Keluar dari Wadah secara Otomatis	114
Gambar 4. 26 Tampilan Notifikasi Pakan Hampir Habis	115

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Akuarium Berbasis IoT	13
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor DS18B20	24
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor <i>Turbidity</i>	25
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Ultrasonik	27
Tabel 2. 5 Spesifikasi Relay 4 Channel	28
Tabel 2. 6 Spesifikasi <i>Heater</i> Akuarium	30
Tabel 2. 7 Spesifikasi <i>Fan</i> 12V	31
Tabel 2. 8 Spesifikasi Motor Servo	31
Tabel 2. 9 Spesifikasi DC-DC Converter IC LM2596	32
Tabel 2. 10 Spesifikasi Top Filter	34
Tabel 2. 11 Spesifikasi LCD Crystal 16x2	36
Tabel 2. 12 Spesifikasi Module I2C	36
Tabel 2. 13 Spesifikasi <i>Switch Power supply</i>	37
Tabel 4. 1 Hasil Kalibrasi Thermometer Digital	89
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor DS18B20 dengan Thermometer Terkalibrasi	90
Tabel 4. 3 Perhitungan Standar Deviasi dan Ketidakpastian Tipe A Sensor DS18B20	92
Tabel 4. 4 Perbandingan Nilai ADC Sensor <i>Turbidity</i> dengan Nilai NTU Standar	94
Tabel 4. 5 Perbandingan Nilai NTU Standar dengan Nilai NTU Hasil Sensor (Regresi)	95
Tabel 4. 6 Perhitungan Standar Deviasi dan Ketidakpastian Tipe A Sensor <i>Turbidity</i>	97
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Perbandingan Persentase Pakan Aktual dengan Sensor Ultrasonik	98
Tabel 4. 8 Perhitungan Standar Deviasi dan Ketidakpastian Tipe A Sensor Ultrasonik	100

Tabel 4. 9 Pengujian Fitur Pengatur Suhu	102
Tabel 4. 10 Pengamatan Durasi Penurunan Suhu Air.....	105
Tabel 4. 11 Pengamatan Durasi Kenaikan Suhu Air	106
Tabel 4. 12 Pengujian fitur penyaringan otomatis dari bawah.....	107
Tabel 4. 13 Pengujian penurunan kekeruhan saat pompa aktif	107
Tabel 4. 14 Tabel Durasi Pengurasan Air	109
Tabel 4. 15 Perbandingan Visual Kekeruhan Air Akuarium	110
Tabel 4. 16 Pengujian Pemberian Pakan Otomatis Terjadwal dengan Takaran	113
Tabel 4. 17 Pengujian Fitur Pakan Habis	115
Tabel 4. 18 Pengamatan Suhu Air Akuarium tanpa <i>Fan</i>	116
Tabel 4. 19 Pengamatan Suhu Air Akuarium dengan <i>Fan</i>	116
Tabel 4. 20 Pengamatan Suhu Air Akuarium tanpa <i>Heater</i>	117
Tabel 4. 21 Pengamatan Suhu Air Akuarium dengan <i>Heater</i>	118
Tabel 4. 22 Konsumsi Energi Akuarium dengan Sistem IoT	119
Tabel 4. 23 Konsumsi Energi Akuarium dengan Sistem Manual	119

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Laporan Hasil Uji Kekeruhan Air (18 Sampel) oleh UPTD Laboratorium Kesehatan Sleman.....	129
Lampiran 2 Laporan Hasil Kalibrasi Termometer Digital oleh Laboratorium Kalibrasi PT Mahakam Beta Farma.....	136
Lampiran 3 Source Code ESP32 (Firmware)	137
Lampiran 4 File YAML Konfigurasi Home Assistant	143

DAFTAR SIMBOL

\bar{x}	=	Rata-rata dari data hasil pengukuran
n	=	Jumlah Sampel atau Titik Pengukuran
s	=	Simpangan baku
u_a	=	Ketidakpastian tipe A
R^2	=	Koefisien determinasi
y	=	Variabel terikat (dependent)
A	=	Konstanta
b	=	Koefisien
x	=	Variabel bebas (independent)

DAFTAR ISTILAH

<i>ESP32</i>	=	<i>Espressif Systems 32-bit Microcontroller</i>
<i>MQTT</i>	=	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
<i>PCB</i>	=	<i>Printed Circuit Board</i>
<i>NTU</i>	=	<i>Nephelometric Turbidity Unit</i>
<i>ADC</i>	=	<i>Analog to Digital Converter</i>
<i>RMSE</i>	=	<i>Root Mean Square Error</i>
<i>MSE</i>	=	<i>Mean Square Error</i>