

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Ruang Lingkup	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Penelitian Terkait.....	9
2.2. <i>Internet of Things</i> (IoT).....	13
2.3. Ekosistem Akuakultur	14
2.4. Ekosistem Akuaponik.....	14
2.5. Mikrokontroler ESP32.....	15
2.6. Modul Sensor.....	16
2.7. <i>Temperature</i> Sensor.....	16
2.8. pH Sensor	17
2.9. <i>Turbidity</i> Sensor	18
2.10. Komponen Aktuator.....	20
2.11. Pompa Air	21
2.12. Aktuator Aerator	22
2.13. Cahaya Buatan (<i>Artificial Light</i>).....	22

2.14. <i>Message Queuing Telemetry Transport</i>	23
2.15. Layanan <i>Cloud HiveMQ</i>	24
2.16. <i>Server Node.js</i>	25
2.17. <i>Framework PHP Laravel</i>	26
2.18. Basis Data MySQL	26
2.19. Metodologi Scrum	27
2.20. Unified Modeling Language (UML)	28
2.21. Protokol Komunikasi ESP-NOW	30
2.22. Modul MicroSD	30
2.23. Black Box Testing	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1. Studi Literatur	33
3.2. Wawancara Praktisi	33
3.3. Desain Sistem akuaponik	33
3.4. Pengembangan Sistem Menggunakan Scrum	35
3.4.1. Penyusunan <i>Product Backlog</i>	35
3.4.2. <i>Sprint Planning</i>	36
3.4.3. <i>Sprint Backlog</i>	36
3.4.4. <i>Sprint Execution</i>	36
3.4.5. <i>Daily Scrum</i>	37
3.4.6. <i>Sprint Review dan Increment</i>	37
3.4.7. <i>Sprint Retrospective</i>	38
3.5. Rancangan Arsitektur Sistem	38
3.6. Perancangan Komunikasi MQTT	41
3.7. Perancangan Perangkat Keras	43
3.8. Pengujian Sistem	45
BAB IV PEMBAHASAN	47
4.1. Analisis Kebutuhan	47
4.1.1. Hasil Wawancara	48
4.1.2. <i>User Story</i>	49
4.1.3. <i>Software Requirement Specification (SRS)</i>	51
4.2. Hasil Perancangan Sistem	54
4.2.1. Model <i>Use Case</i>	54

4.2.1.1. Daftar Aktor.....	54
4.2.1.2. Model <i>Use Case Diagram</i>	54
4.2.1.3. Skenario <i>Use Case</i>	56
4.2.2. <i>Sequence Diagram</i>	66
4.2.3. <i>Class Diagram</i>	79
4.3. Hasil Implementasi Scrum	80
4.3.1. <i>Product Backlog</i>	80
4.3.2. <i>Sprint Backlog</i>	82
4.4. Implementasi Sistem	84
4.4.1. Implementasi MQTT Broker	84
4.4.2. Implementasi ESP32	88
4.4.3. Implementasi Backend Node.js.....	92
4.4.4. Implementasi <i>Database</i>	94
4.4.5. Implementasi <i>Dashboard Monitoring</i>	99
4.4.6. Implementasi Kontrol Aktuator	102
4.5. Implementasi Sistem Akuaponik.....	105
4.5.1. Realisasi Sistem Akuaponik.....	105
4.6. Pengujian Sistem	107
4.6.1. Rencana Pengujian.....	108
4.6.1.1. Rencana Pengujian Komunikasi Data	108
4.6.1.2. Rencana Pengujian Sensor	109
4.6.1.3. Rencana Pengujian Aktuator	110
4.6.1.4. Rencana Pengujian <i>Black Box</i>	110
4.6.2. Hasil Pengujian Komunikasi Data	112
4.6.3. Pengujian Sensor.....	113
4.6.4. Pengujian Aktuator	114
4.6.5. <i>Black Box Testing</i>	114
4.7. Analisis dan Evaluasi Sistem.....	118
4.7.1. Analisis Hasil Implementasi MQTT	118
4.7.2. Analisis Pembacaan Sensor pH dan <i>Turbidity</i>	119
4.7.3. Kendala Implementasi Sensor DHT22	119
4.7.4. Kendala Interferensi Sensor DS18B20 pada Sensor pH 4502C	120
BAB V PENUTUP	121

5.1. Kesimpulan	121
5.2. Saran.....	121
DAFTAR PUSTAKA.....	123
LAMPIRAN 1. <i>Source Code</i> ESP32 Master	127
LAMPIRAN 2. <i>Source Code</i> ESP32 Slave 1	134
LAMPIRAN 3. <i>Source Code</i> ESP32 Slave 2	141
LAMPIRAN 4. <i>Source Code</i> Backend Node.js app.js	149
LAMPIRAN 5. <i>Source Code</i> MQTT Service.....	158
LAMPIRAN 6. <i>Source Code</i> Actuator Control Controller	161
LAMPIRAN 7. <i>Source Code</i> Grow Light Controller	164
LAMPIRAN 8. Source Code Feeder Controller	170
LAMPIRAN 9. Hasil Wawancara Praktisi.....	177