

**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS AIR AQUARIUM IKAN HIAS  
MENGUNAKAN ALGORITMA *LIGHTGBM* BERBASIS IOT DAN  
OTOMATISASI PEMBERIAN PROBIOTIK EM4**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan  
Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro  
Program Studi Teknik Telekomunikasi  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:**

**MUTIARA QOLBU**

**062240352295**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2026**

**TUGAS AKHIR**  
**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS AIR AQUARIUM IKAN HIAS**  
**MENGGUNAKAN ALGORITMA *LIGHTGBM* BERBASIS IOT DAN**  
**OTOMATISASI PEMBERIAN PROBIOTIK EM4**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan**  
**Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro**  
**Program Studi Teknik Telekomunikasi**  
**Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:**

|                            |                                       |
|----------------------------|---------------------------------------|
| <b>Nama</b>                | <b>: Mutiara Qolbu</b>                |
| <b>Dosen Pembimbing I</b>  | <b>: Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.</b>   |
| <b>Dosen Pembimbing II</b> | <b>: Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.</b> |

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**  
**PALEMBANG**  
**2026**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS AIR AQUARIUM IKAN HIAS**  
**MENGUNAKAN ALGORITMA *LIGHTGBM* BERBASIS IOT DAN**  
**OTOMATISASI PEMBERIAN PROBIOTIK EM4**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Laporan Tugas Akhir  
Pendidikan Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro  
Program Studi Teknik Telekomunikasi

Oleh :  
**MUTIARA QOLBU**  
062240352295

Menyetujui,

Palembang, 2026  
Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

  
Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.  
NIP. 196812041997031001

  
Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.  
NIP. 199004032018031001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Koordinator Program Studi  
Sarjana Terapan  
Teknik Telekomunikasi



  
Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.  
NIP. 199004032018031001

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan:

Nama : Mutiara Qolbu  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 05 Juli 2004  
Alamat : Jl Bambang Utoyo Lr Sianjur III No.218 RT 002  
RW 001, Kel. 5 Ilir, Kec. Ilir Timur II,  
Palembang - Sumatera Selatan.  
NPM : 062240352295  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi  
Jurusan : Teknik Elektro  
Judul Skripsi/Laporan : Sistem Klasifikasi Kualitas Air Aquarium Ikan  
Hias menggunakan Algoritma *LightGBM*  
Berbasis IoT dan Otomatisasi Pemberian  
Probiotik EM4

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya ini dibuat dengan & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang,

2026

Yang Menyatakan



Mutiara Qolbu

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

*“Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji bahwa sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”  
(QS. Al-Insyirah: 5-6)*

*“Working hard is important. But there's something that matters even more:  
believing in yourself.”  
-Harry Potter*

*“Jangan samakan satu menitmu dengan satu menit orang lain.”  
-Teach You a Lesson*

*“If you never bleed, you're never gonna grow.”  
-Taylor Swift*

### ***Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada:***

- Kepada dua sosok paling berharga dalam hidupku, Ayah dan Ibu. Terima kasih tak terhingga atas cinta, kasih sayang, serta doa yang tidak pernah putus mengiringi setiap langkahku. Dukungan dan restu kalian adalah kekuatan terbesar yang membuatku selalu bangkit, pantang menyerah, dan terus melangkah maju demi menggapai impian.
- Untuk adik-adikku tersayang, Imam dan Abi. Terima kasih sudah selalu menjadi pelipur lara dan sumber tawa di rumah. Kehadiran kalian senantiasa memberikan energi positif dan semangat tersendiri bagiku dalam melewati setiap suka maupun duka.
- Kepada Bapak **Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.** dan Bapak **Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.** selaku dosen pembimbing. Terima kasih yang sedalam-dalamnya atas segala arahan, dedikasi waktu, ilmu yang bermanfaat, serta kesabaran yang luar biasa dalam mendampingi merampungkan penyusunan tugas akhir ini.
- Kepada teman dekat dan teman seperjuangan, terima kasih sudah menjadi tempat bertukar pikiran dan selalu bersedia saling membantu selama proses perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir ini.
- Terakhir, terima kasih untuk diriku sendiri yang telah berusaha sangat keras dan konsisten hingga titik ini. Terima kasih karena memilih untuk tidak menyerah pada rasa lelah, serta tetap yakin bahwa setiap proses panjang ini akan membuahkan hasil yang baik.

## ABSTRAK

**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS AIR AQUARIUM IKAN HIAS  
MENGUNAKAN ALGORITMA LIGHTGBM BERBASIS IOT DAN  
OTOMATISASI PEMBERIAN PROBIOTIK EM4  
(2026:xv + 89 halaman + 31 gambar + 14 tabel + 13 lampiran)**

---

---

**MUTIARA QOLBU**

**062240352295**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Fluktuasi parameter kualitas air seperti suhu, pH, amonia, dan *Total Dissolved Solids* (TDS) sering kali memicu stres hingga kematian pada ikan hias. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini merancang sistem pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dilengkapi dengan algoritma LightGBM serta sistem penakar probiotik EM4 otomatis. Parameter air dipantau secara *real-time* dan diklasifikasikan oleh model *machine learning* menjadi tiga kondisi, yaitu BAIK, WASPADA, dan BURUK. Informasi ini ditampilkan pada *website monitoring* sekaligus mengirimkan notifikasi peringatan dini via WhatsApp jika kualitas air menurun. Saat sistem mendeteksi status WASPADA, aktuator akan langsung menuangkan cairan probiotik EM4 sesuai takaran untuk menetralkan polutan. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini menunjukkan performa yang sangat andal dengan akurasi pembacaan seluruh sensor di atas 95% dan tingkat akurasi klasifikasi LightGBM mencapai 99,30%. Selain itu, proses pengiriman data menggunakan protokol MQTT berjalan lancar dengan tingkat keberhasilan 100% (*packet loss* 0%). Integrasi teknologi ini diharapkan mampu menjaga stabilitas ekosistem akuarium dan meminimalisir kerugian ekonomi bagi pelaku usaha ikan hias.

**Kata Kunci:** Kualitas Air, IoT, LightGBM, *Machine Learning*, EM4, *Monitoring System*

## ABSTRACT

**WATER QUALITY CLASSIFICATION SYSTEM FOR ORNAMENTAL FISHAQUIRIUM USING LIGHTGBM ALGORITHM BASED ON IOT AUTOMATED EM4 PROBIOTIC DISPENSING**  
(2026:xii + 89 pages + 31 pictures + 14 tables + 12 appendixes)

---

---

**MUTIARA QOLBU**

**062240352279**

**ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT**

**PROGRAM OF STUDY IN APPLIED GRADUATION OF THE**

**TELECOMMUNICATION ENGINEERING**

**STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA**

*Fluctuations in water quality parameters, such as temperature, pH, ammonia, and Total Dissolved Solids (TDS), often trigger stress and even mortality in ornamental fish. To address this issue, this research proposes an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring system utilizing the LightGBM algorithm and an automated EM4 probiotic dosing mechanism. Water parameters are monitored in real-time and classified by the machine learning model into three conditions: GOOD, WARNING, and POOR. This information is displayed on a monitoring website and triggers WhatsApp early warning notifications if the water quality degrades. When a WARNING status is detected, the actuator automatically dispenses a measured dose of EM4 probiotics to neutralize pollutants. Testing results demonstrate high reliability, with the overall sensor reading accuracy exceeding 95% and the LightGBM classification accuracy reaching 99.30%. Furthermore, data transmission via the MQTT protocol was perfectly stable with a 100% success rate (0% packet loss). This technological integration is expected to maintain aquarium ecosystem stability and minimize economic losses for ornamental fish businesses.*

**Keywords: Water Quality, IoT, LightGBM, Machine Learning, EM4, Monitoring System**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, karunia, dan nikmat-Nya, sehingga penulis diberikan kesehatan, kelancaran, serta kekuatan dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya. Adapun judul dari laporan Tugas Akhir ini adalah **“Sistem Klasifikasi Kualitas Air Aquarium Ikan Hias Menggunakan Algoritma *LightGBM* Berbasis IOT dan Otomatisasi Pemberian Probiotik EM4”**. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan suatu sistem yang mampu melakukan pemantauan kualitas air secara *real-time* serta pengambilan keputusan secara otomatis berbasis machine learning.

Dengan selesainya laporan tahapan persiapan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak **Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.** dan Bapak **Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan dan masukan yang membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Selain itu penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat serta menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian selanjutnya.

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Lindawati, S.T., M.T.I. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi DIV Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya dan selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan motivasi, bimbingan, dan pengarahan dalam penulisan laporan kerja praktek.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Telekomunikasi yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman dalam proses studi penulis.

6. Ayah dan Ibu tercinta, serta adik penulis yang selalu menjadi sumber semangat dan motivasi, yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moril dan materil yang tiada henti, serta pengorbanan yang tidak ternilai selama ini.
7. Diri sendiri, atas segala usaha, kesabaran, dan ketekunan yang konsisten dikerahkan dalam menghadapi berbagai kendala selama proses penelitian hingga penyusunan laporan tugas akhir ini rampung.
8. Teman-teman dekat penulis yang telah banyak membantu, memberi semangat, dan menemani selama proses penulisan laporan ini maupun dalam perjalanan perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan, baik dalam penulisan maupun pemahaman materi. Keterbatasan tersebut merupakan bagian dari proses belajar. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini tidak hanya memenuhi tujuan akademik, tetapi juga bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca.

Palembang, 05 Februari 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                                     |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>SURAT PERNYATAAN .....</b>                                                       | <b>iv</b>   |
| <b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>                                                   | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                                | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                               | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                                          | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                             | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                                          | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                           | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                                        | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>                                                        | <b>xv</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                                       | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                            | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                                            | 4           |
| 1.3 Batasan Masalah .....                                                           | 5           |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                                                         | 5           |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                                        | 6           |
| 1.6 Metode Penelitian .....                                                         | 7           |
| 1.7 Sistematika Penelitian .....                                                    | 7           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                                | <b>9</b>    |
| 2.1 Ikan Hias Manfish ( <i>Pterophyllum Scalare</i> ) .....                         | 9           |
| 2.2 Kualitas Air pada <i>Aquarium</i> Ikan Manfish .....                            | 10          |
| 2.2.1 Parameter Kualitas Air .....                                                  | 12          |
| 2.3 Probiotik EM4.....                                                              | 13          |
| 2.4 <i>Internet of Things</i> .....                                                 | 14          |
| 2.5 Komponen yang digunakan .....                                                   | 15          |
| 2.5.1 Mikrokontroler ESP32 .....                                                    | 15          |
| 2.5.2 Sensor Suhu DS18B20.....                                                      | 17          |
| 2.5.3 Sensor pH 4502C .....                                                         | 18          |
| 2.5.4 Sensor SEN0244 .....                                                          | 19          |
| 2.5.5 Sensor MQ-135 .....                                                           | 19          |
| 2.5.6 <i>Load Cell</i> dan <i>Module HX711</i> .....                                | 20          |
| 2.5.7 Motor Servo SG90 .....                                                        | 21          |
| 2.5.8 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) dengan Modul I2C .....                    | 22          |
| 2.6 <i>Machine Learning</i> untuk Klasifikasi Kualitas Air .....                    | 23          |
| 2.6.1 Algoritama <i>Light Gradient Boosting Machine</i> .....                       | 24          |
| 2.6.2 Evaluasi Model <i>Machine Learning</i> dengan <i>Confusion Matrix</i> .....   | 26          |
| 2.7 Sistem <i>Monitoring</i> Kualitas Air Berbasis <i>Website Application</i> ..... | 26          |
| 2.8 Penelitian Terdahulu .....                                                      | 30          |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                                          | <b>33</b>   |
| 3.1 Kerangka Penelitian .....                                                       | 33          |
| 3.2 Perancangan Sistem .....                                                        | 35          |
| 3.2.1 Perancangan <i>Hardware</i> .....                                             | 35          |
| 3.2.2 Perancangan <i>Software</i> .....                                             | 41          |
| 3.3 Perancangan Antarmuka ( <i>User Interface</i> ).....                            | 42          |
| 3.4 Perancangan Arsitektur Jaringan.....                                            | 44          |
| 3.4.1 <i>Deploy Virtual Private Server</i> (VPS).....                               | 45          |

|               |                                                                                 |           |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.2         | Pengaturan Domain .....                                                         | 45        |
| 3.4.3         | Protokol Komunikasi MQTT .....                                                  | 46        |
| 3.4.4         | Konfigurasi Notifikasi <i>WhatsApp</i> .....                                    | 46        |
| 3.5           | Penerapan Algoritma LightGBM .....                                              | 47        |
| 3.6           | <i>Flowchart</i> Alur Kerja Sistem .....                                        | 50        |
| <b>BAB IV</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                               | <b>53</b> |
| 4.1           | Hasil Implementasi Sistem .....                                                 | 53        |
| 4.1.1         | Hasil Implementasi Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....                    | 53        |
| 4.1.2         | Hasil Implementasi Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....                    | 54        |
| 4.2           | Pengujian Perangkat Keras .....                                                 | 55        |
| 4.2.1         | Pengujian Sensor Kualitas Air .....                                             | 55        |
| 4.2.2         | Pengujian Aktuator Motor Servo .....                                            | 58        |
| 4.2.3         | Pengujian Sensor Berat <i>Load Cell</i> .....                                   | 60        |
| 4.3           | Pengujian Sistem IoT dan <i>Website Monitoring</i> .....                        | 61        |
| 4.3.1         | Pengujian Komunikasi dan Transmisi Data MQTT .....                              | 61        |
| 4.3.2         | Pengujian Fungsional <i>Website Monitoring</i> .....                            | 63        |
| 4.3.3         | Pengujian Sistem Notifikasi WhatsApp .....                                      | 64        |
| 4.4           | Pengujian Algoritma <i>Machine Learning</i> LightGBM .....                      | 66        |
| 4.4.1         | Hasil Distribusi Kelas Target Kualitas Air .....                                | 66        |
| 4.4.2         | Hasil Evaluasi Kinerja Model Terbaik .....                                      | 67        |
| 4.4.3         | Hasil Evaluasi Kinerja Model Terbaik ( <i>Confusion Matrix</i> ) .....          | 69        |
| 4.4.4         | Hasil Analisis Tingkat Kontribusi Parameter ( <i>Feature Importance</i> ) ..... | 70        |
| 4.5           | Hasil Pengujian Integrasi Sistem .....                                          | 71        |
| 4.6           | Pengujian Pemantauan Parameter Lingkungan Aquarium .....                        | 76        |
| 4.7           | Analisis Hasil Sistem .....                                                     | 80        |
| <b>BAB V</b>  | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                               | <b>82</b> |
| 5.1           | Kesimpulan .....                                                                | 82        |
| 5.2           | Saran .....                                                                     | 83        |
|               | <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                     | <b>84</b> |
|               | <b>LAMPIRAN</b>                                                                 |           |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Warna dan Corak Ikan Manfish.....                                               | 9  |
| Gambar 2.2 Konsep Kerja IoT .....                                                          | 14 |
| Gambar 2.3 Pinout ESP32 30 GPIO .....                                                      | 16 |
| Gambar 2.4 Sensor Suhu DS18B20 .....                                                       | 17 |
| Gambar 2.5 Sensor pH 4502C. ....                                                           | 18 |
| Gambar 2.6 Sensor SEN0244. ....                                                            | 19 |
| Gambar 2.7 Sensor MQ-135. ....                                                             | 19 |
| Gambar 2.8 <i>Load Cell</i> dan <i>Module</i> HX711. ....                                  | 20 |
| Gambar 2.9 Motor Servo SG90. ....                                                          | 21 |
| Gambar 2.10 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) dengan Modul I2C. ....                     | 22 |
| Gambar 2.11 Alur Kerja <i>Machine Learning</i> .....                                       | 23 |
| Gambar 2.12 Perbandingan Metode <i>Leaf-wise</i> dan <i>Level-wise</i> pada LightGBM. .... | 25 |
| Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Tahapan Kerja .....                                            | 33 |
| Gambar 3.3 Tahapan Perancangan Sistem .....                                                | 35 |
| Gambar 3.4 Blok Diagram .....                                                              | 36 |
| Gambar 3.5 Skema Rangkaian .....                                                           | 37 |
| Gambar 3.6 <i>Flowchart Hardware</i> .....                                                 | 37 |
| Gambar 3.7 <i>Flowchart Software</i> .....                                                 | 41 |
| Gambar 3.8 Rancangan <i>Dashboard Monitoring Real-Time</i> .....                           | 43 |
| Gambar 3.8 Rancangan <i>Dashboard Monitoring Real-Time</i> .....                           | 44 |
| Gambar 3.9 <i>Platform</i> rumahweb.....                                                   | 45 |
| Gambar 3.10 <i>Platform WhatsApp API Fonnte</i> .....                                      | 47 |
| Gambar 3.11 <i>Flowchart</i> Alur Kerja Sistem .....                                       | 50 |
| Gambar 4.1 Hasil Implementasi Perangkat Keras Sistem .....                                 | 53 |
| Gambar 4.2 Tampilan <i>Website Monitoring</i> .....                                        | 55 |
| Gambar 4.3 Sistem Notifikasi WhatsApp .....                                                | 65 |
| Gambar 4.4 Distribusi Kelas Target Kualitas Air Aquarium .....                             | 67 |
| Gambar 4.5 Perbandingan Multi-Metrik Evaluasi Kinerja Model LightGBM.....                  | 68 |
| Gambar 4.6 Distribusi Kelas Target Kualitas Air Aquarium .....                             | 69 |
| Gambar 4.7 Tingkat Kontribusi Parameter Sensor ( <i>Feature Importance</i> ).....          | 70 |
| Gambar 4.8 Hasil Pembacaan Sensor Kualitas Air Aquarium.....                               | 78 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Standar Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Manfish .....                | 11 |
| Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu .....                             | 30 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi Komponen.....                                           | 39 |
| Tabel 3.2 <i>Threshold</i> Parameter Kualitas Air .....                       | 48 |
| Tabel 3.3 Skenario <i>Hyperparameter</i> LightGBM .....                       | 49 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Akurasi Sensor Kualitas Air.....                    | 56 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Responsivitas Sensor Amonia (MQ-135) .....          | 58 |
| Tabel 4.3 Hasil Pengujian Akurasi Sensor Kualitas Air.....                    | 59 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor Berat <i>Load Cell</i> .....                 | 60 |
| Tabel 4.5 Hasil Pengujian Parameter Transmisi Data MQTT.....                  | 62 |
| Tabel 4.6 Hasil Pengujian Fungsional <i>Website Monitoring</i> .....          | 63 |
| Tabel 4.7 Hasil Pengujian Integrasi Sistem pada Berbagai Skenario Kondisi Air | 71 |
| Tabel 4.8 Hasil Pengujian Fungsional <i>Website Monitoring</i> .....          | 75 |
| Tabel 4.9 Hasil Pengujian Fungsional <i>Website Monitoring</i> .....          | 77 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|             |                                                              |
|-------------|--------------------------------------------------------------|
| Lampiran 1  | Daftar Riwayat Hidup                                         |
| Lampiran 2  | Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing 1                 |
| Lampiran 3  | Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing 2                 |
| Lampiran 4  | Lembar Bimbingan TA Pembimbing 1                             |
| Lampiran 5  | Lembar Bimbingan TA Pembimbing 2                             |
| Lampiran 6  | Lembar Rekomendasi Ujian TA                                  |
| Lampiran 7  | Lembar Revisi Ujian TA                                       |
| Lampiran 8  | Lembar Pelaksanaan Revisi Ujian TA                           |
| Lampiran 9  | Lembar surat izin penelitian dan pengambilan data di Mitra   |
| Lampiran 10 | Lembar <i>Letter of Acceptance</i> (LoA) dari jurnal terkait |
| Lampiran 11 | Naskah Jurnal Penelitian                                     |
| Lampiran 12 | <i>Source Code</i>                                           |
| Lampiran 13 | Dokumentasi                                                  |

## DAFTAR SINGKATAN

|          |                                               |
|----------|-----------------------------------------------|
| ADC      | : Analog to Digital Converter                 |
| API      | : Application Programming Interface           |
| CSS      | : Cascading Style Sheets                      |
| DNS      | : Domain Name System                          |
| DO       | : Dissolved Oxygen                            |
| EM4      | : Effective Microorganisms 4                  |
| GPIO     | : General Purpose Input Output                |
| HTML     | : Hyper Text Markup Language                  |
| I/O      | : Input/Output                                |
| IC       | : Inter-Integrated Circuit                    |
| IoT      | : Internet of Things                          |
| IP       | : Internet Protocol                           |
| JSON     | : JavaScript Object Notation                  |
| LCD      | : Liquid Crystal Display                      |
| LightGBM | : Light Gradient Boosting Machine             |
| ML       | : Machine Learning                            |
| MQTT     | : Message Queuing Telemetry Transport         |
| NTU      | : Nephelometric Turbidity Unit                |
| pH       | : Potential of Hydrogen                       |
| PHP      | : Hypertext Preprocessor                      |
| ppm      | : Parts Per Million                           |
| PWM      | : Pulse Width Modulation                      |
| SCL      | : Serial Clock Line                           |
| SDA      | : Serial Data                                 |
| SoC      | : System on Chip                              |
| SPI      | : Serial Peripheral Interface                 |
| SVM      | : Support Vector Machine                      |
| TDS      | : Total Dissolved Solids                      |
| UART     | : Universal Asynchronous Receiver/Transmitter |
| USB      | : Universal Serial Bus                        |
| VCC      | : Voltage at Common Collector                 |
| VPS      | : Virtual Private Server                      |
| WiFi     | : Wireless Fidelity                           |