



**RANCANG BANGUN SISTEM PENENTUAN KELAYAKAN  
KUALITAS AIR MINUM MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY*  
BERBASIS IOT PORTABEL UNTUK PEMETAAN SPASIAL**

**SKRIPSI**

**ZAHID FAQIH ALIM RABBANI**

**2210314068**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

**2026**



**RANCANG BANGUN SISTEM PENENTUAN KELAYAKAN  
KUALITAS AIR MINUM MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY*  
BERBASIS IOT PORTABEL UNTUK PEMETAAN SPASIAL**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik**

**ZAHID FAQIH ALIM RABBANI**

**2210314068**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
2026**

## HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : Zahid Faqih Alim Rabbani  
NIM : 2210314068  
Program Studi : S1 – Teknik Elektro  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN SISTEM PENENTUAN  
KELAYAKAN KUALITAS AIR MINUM  
MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY BERBASIS  
IOT PORTABEL UNTUK PEMETAAN SPASIAL

telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



**Dr. Eng. Muhamad Alif Razi, S.Pi., M.Sc**

**Penguji Utama**

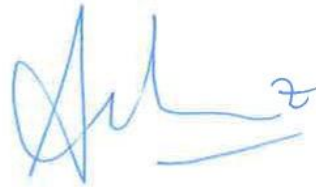


**Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc.,  
Ph.D.**

**Penguji Lembaga**



**Dekan Fakultas Teknik**



**Achmad Zuchriadi P, S.T., M.T.**

**Penguji I (Pembimbing)**



**Luh Krisnawati, ST. MT**

**Koordinator Program Studi  
Teknik Elektro**

Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal Ujian: 16 Juli 2026

## **HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI**

### **RANCANG BANGUN SISTEM PENENTUAN KELAYAKAN KUALITAS AIR MINUM MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY* BERBASIS IOT PORTABEL UNTUK PEMETAAN SPASIAL**

**Zahid Faqih Alim Rabbani**

**NIM. 2210314068**

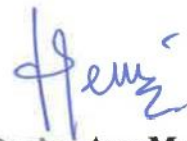
**Disetujui oleh,**

**Pembimbing I**



**Achmad Zuchriadi P,  
S.T., M.T.**

**Pembimbing II**



**Ni Putu Devira Ayu Martini,  
T.Tr.T., M.Tr.T.**

**Mengetahui,**

**Koordinator Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta**



**Luh Krisnawati, S.T., M.T.**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip ataupun digunakan sebagai rujukan telah saya nyatakan benar.

Nama : Zahid Faqih Alim Rabbani

NIM 2210314068

Program Studi : SI — Teknik Elektro

Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 16 Juli 2026

Yang menyatakan,



Zahid Faqih Alim Rabbani

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai *civitas academica* Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,  
saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zahid Faqih Alim Rabbani

NIM 2210314068

Program Studi : SI — Teknik Elektro

menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive  
Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **RANCANG BANGUN SISTEM PENENTUAN KELAYAKAN KUALITAS AIR MINUM MENGGUNAKAN LOGIKA *FULLY* BERBASIS IOT PORTABEL UNTUK PEMETAAN SPASIAL**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola (dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 16 Juli 2026

Yang menyatakan,



Zahid Faqih Alim Rabbani

# **RANCANG BANGUN SISTEM PENENTUAN KELAYAKAN KUALITAS AIR MINUM MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY* BERBASIS IOT PORTABEL UNTUK PEMETAAN SPASIAL**

**Zahid Faqih Alim Rabbani**

## **ABSTRAK**

Ketersediaan air minum yang aman merupakan kebutuhan esensial, namun pemantauan kualitas air secara konvensional seringkali memakan waktu dan kurang memberikan informasi sebaran spasial secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *Internet of Things* (IoT) portabel guna menentukan kelayakan kualitas air minum berdasarkan pemetaan spasial. Perangkat keras dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang diintegrasikan dengan sensor pH, TDS, kekeruhan (*turbidity*), suhu (DS18B20), dan modul GPS U-Blox M8N. Pengambilan data di lapangan menggunakan metode *block averaging* selama 50 detik, di mana data rata-rata beserta titik koordinat spasial dikirim ke *Firestore Realtime Database* atau disimpan sementara ke memori *SD Card* saat *offline*. Penentuan kelayakan air ("Layak", "Perlu Perlakuan", "Tidak Layak") diproses secara lokal pada mikrokontroler menggunakan algoritma Logika Fuzzy Mamdani. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sensor dan subsistem berfungsi dengan tingkat akurasi tinggi setelah dikalibrasi. Evaluasi klasifikasi algoritma fuzzy menggunakan *Confusion Matrix* terhadap kriteria standar baku mutu fisik dan kimia (Permenkes No. 492/2010 dan PP No. 82 Tahun 2001) menghasilkan tingkat akurasi komputasi sebesar 95.83%. Sistem ini berhasil mengimplementasikan pemetaan spasial kualitas air sebagai sistem deteksi dini yang andal, dengan batasan bahwa sistem ini tidak mencakup pengujian parameter biologis air.

**Kata Kunci:** *Internet of Things*, Kualitas Air Minum, Logika Fuzzy Mamdani, Pemetaan Spasial, ESP32.

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF A PORTABLE IOT-BASED  
DRINKING WATER QUALITY FEASIBILITY  
DETERMINATION SYSTEM USING FUZZY LOGIC FOR  
SPATIAL MAPPING**

**Zahid Faqih Alim Rabbani**

**ABSTRACT**

*The availability of safe drinking water is an essential need, yet conventional water quality monitoring is often time-consuming and lacks real-time spatial distribution information. This study aims to design and develop a portable Internet of Things (IoT) system to determine the feasibility of drinking water quality based on spatial mapping. The hardware was built using an ESP32 microcontroller integrated with pH, TDS, turbidity, and temperature (DS18B20) sensors, alongside a U-Blox M8N GPS module. To enhance the precision of analog data acquisition, the system was optimized by adding a 16-bit external Analog-to-Digital Converter (ADC) ADS1115, decoupling capacitors, and a voltage divider circuit. Field data collection utilized a 500-second block averaging method, where the averaged data and spatial coordinates were transmitted to the Firebase Realtime Database or temporarily stored on an SD Card when offline. The water feasibility determination ("Feasible", "Needs Treatment", "Unfeasible") is processed locally on the microcontroller using the Fuzzy Mamdani Logic algorithm. Test results indicated that all sensors and subsystems functioned with high accuracy after calibration. The classification evaluation of the fuzzy algorithm using a Confusion Matrix against physical and chemical quality standards (Permenkes No. 492/2010 and PP No. 82/2001) yielded a computational accuracy of 95.83%. This system successfully implemented spatial mapping of water quality as a reliable early warning system, with the limitation that it does not cover biological parameter testing.*

**Keywords:** *Internet of Things, Drinking Water Quality, Fuzzy Mamdani Logic, Spatial Mapping, ESP32.*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM PENENTUAN KELAYAKAN KUALITAS AIR MINUM MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY* BERBASIS IOT PORTABEL UNTUK PEMETAAN SPASIAL”** ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa proses penyelesaian Skripsi ini berjalan dengan baik berkat bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat, karunia, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Keluarga penulis, khususnya kedua orang tua penulis tersayang, yang senantiasa memberikan dukungan moral, materi, serta doa restu yang tiada henti kepada penulis dalam menempuh pendidikan dan menyelesaikan Skripsi ini.
3. Ibu Luh Krisnawati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, yang telah memberikan dukungan, arahan, serta fasilitas akademis kepada penulis selama menempuh masa perkuliahan.
4. Bapak Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, ilmu, serta masukan yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Ni Putu Devira Ayu Martini, S.Tr.T., M.Tr.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, dan saran yang sangat membangun dalam penyusunan skripsi ini.

6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama masa studi.
7. Teman-teman *Heyjong Community* yang telah memberikan wadah penulis untuk berkembang, *support system* bagi penulis, dan dukungan pada tugas akhir ini.
8. Seluruh teman penulis terutama Andika, Taqi, Zadi, Musfa, Billal, Rina, Rifqi, Okto, Fadlan, Ridho, Kumara, dan "blok kiri" yang selalu membantu dan memberikan motivasi penulis dalam menyusun tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna serta masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan skripsi atau penelitian ini di masa mendatang.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat berkontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di lingkungan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Jakarta, Juli 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                                                  |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                                                                       | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....</b>                                                          | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBNG SKRIPSI .....</b>                                                | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>                                                     | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....</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>xiii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                                        | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                                                     | <b>xv</b>   |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>                                                                   | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                                         | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                                        | 2           |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                                                      | 3           |
| 1.4 Batasan Masalah.....                                                                         | 3           |
| 1.5 Sistematika Penulisan .....                                                                  | 4           |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                                               | <b>5</b>    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu .....                                                                   | 5           |
| 2.2 Kualitas Air Minum .....                                                                     | 11          |
| 2.2.1 Definisi Kualitas Air .....                                                                | 11          |
| 2.2.2 Standar Baku Mutu Air Minum .....                                                          | 11          |
| 2.2.2.1 <i>World Health Organization</i> (WHO) .....                                             | 11          |
| 2.2.2.2 Peraturan Pemerintah (PP) .....                                                          | 12          |
| 2.2.2.3 Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes).....                                             | 12          |
| 2.2.3 Parameter Kualitas Air.....                                                                | 12          |
| 2.2.3.1 <i>Potential of Hydrogen</i> (pH) .....                                                  | 13          |
| 2.2.3.2 <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) .....                                                | 13          |
| 2.2.3.3 <i>Kekeruhan (Turbidity)</i> .....                                                       | 13          |
| 2.2.3.4 <i>Suhu (Temperature)</i> .....                                                          | 14          |
| 2.3 Sistem Portabel .....                                                                        | 14          |
| 2.3.1 ESP32.....                                                                                 | 14          |
| 2.3.2 Sensor pH.....                                                                             | 16          |
| 2.3.3 Sensor TDS .....                                                                           | 17          |
| 2.3.4 Sensor Turbidity.....                                                                      | 18          |
| 2.3.5 Sensor Suhu.....                                                                           | 18          |
| 2.4 <i>Internet of Things</i> (IoT).....                                                         | 19          |
| 2.5 Pemetaan Spasial.....                                                                        | 19          |
| 2.6 Logika <i>Fuzzy</i> .....                                                                    | 21          |
| 2.7 <i>Firebase</i> (Penyimpanan Data <i>Cloud</i> dan Sinkronisasi <i>Offline-Online</i> )..... | 23          |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>                                                             | <b>25</b>   |
| 3.1 Tahapan Penelitian .....                                                                     | 25          |

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2 Identifikasi Masalah .....                                             | 25        |
| 3.3 Studi Literatur .....                                                  | 26        |
| 3.4 Perancangan Program dan Alat.....                                      | 26        |
| 3.4.1 Perancangan Alat .....                                               | 26        |
| 3.4.2 Perancangan Program.....                                             | 27        |
| 3.4.2.1 Fuzzifikasi .....                                                  | 28        |
| 3.4.2.2 Inferensi <i>Fuzzy</i> .....                                       | 33        |
| 3.4.2.3 Defuzzifikasi .....                                                | 34        |
| 3.5 Pengujian Alat dan Kalibrasi Sensor .....                              | 36        |
| 3.5.1 Kalibrasi Sensor pH .....                                            | 37        |
| 3.5.2 Kalibrasi Sensor TDS.....                                            | 37        |
| 3.5.3 Kalibrasi Sensor Turbidity .....                                     | 38        |
| 3.5.4 Kalibrasi Sensor Temperature.....                                    | 38        |
| 3.5.5 Pengujian Akurasi Modul GPS U-Blox M8N.....                          | 38        |
| 3.5.6 Pengujian Alat.....                                                  | 39        |
| 3.6 Pengumpulan Data .....                                                 | 40        |
| 3.7 Pengolahan dan Analisis Data.....                                      | 42        |
| 3.7.1 Pengolahan Data.....                                                 | 42        |
| 3.7.2 Analisis Data .....                                                  | 43        |
| 3.8 Jadwal Penelitian.....                                                 | 45        |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                    | <b>46</b> |
| 4.1 Hasil Perencanaan Sistem .....                                         | 46        |
| 4.1.1 Implementasi Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....                | 46        |
| 4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....                | 48        |
| 4.1.2.1 Implementasi <i>Firmware</i> .....                                 | 48        |
| 4.1.2.2 Implementasi Sistem Basis Data ( <i>Cloud</i> ) .....              | 49        |
| 4.1.2.3 Implementasi Antarmuka dan Pemetaan Spasial .....                  | 50        |
| 4.2 Pengujian dan Kalibrasi Sensor .....                                   | 50        |
| 4.2.1 Pengujian Fungsionalitas Sistem Keseluruhan .....                    | 51        |
| 4.2.2 Kalibrasi Sensor pH .....                                            | 53        |
| 4.2.3 Kalibrasi Sensor TDS.....                                            | 54        |
| 4.2.4 Kalibrasi Sensor <i>Turbidity</i> .....                              | 55        |
| 4.2.5 Pengujian Akurasi Sensor Suhu (DS18B20) .....                        | 57        |
| 4.2.6 Pengujian Akurasi GPS U-Blox M8N .....                               | 57        |
| 4.2.7 Pengujian Sistem Penyimpanan Lokal dan Komunikasi <i>Cloud</i> ..... | 60        |
| 4.3 Hasil Pengambilan Data Lapangan .....                                  | 60        |
| 4.3.1 Pengujian Sampel Terkontrol.....                                     | 63        |
| 4.4 Analisis dan Evaluasi Algoritma Logika <i>Fuzzy Mamdani</i> .....      | 63        |
| 4.4.1 Analisis Perhitungan Manual Inferensi <i>Fuzzy</i> .....             | 63        |
| 4.4.1.1 Fuzzifikasi .....                                                  | 64        |
| 4.4.1.2 Tahap Inferensi Aturan ( <i>Rule Evaluation</i> ).....             | 65        |
| 4.4.1.3 Tahap Defuzzifikasi ( <i>Centre of Area</i> ) .....                | 65        |
| 4.4.2 Evaluasi Kinerja Sistem ( <i>Confusion Matrix</i> ) .....            | 67        |
| 4.4.3 Tingkat Akurasi Sistem.....                                          | 69        |
| 4.4.4 Analisis Keterbatasan Parameter Pengukuran .....                     | 70        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                    | <b>71</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                       | 71        |
| 5.2 Saran.....                                                             | 71        |

**DAFTAR PUSTAKA**  
**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**  
**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2.1</b> Sensor pH .....                                                        | 16 |
| <b>Gambar 2.2</b> Sensor TDS .....                                                       | 17 |
| <b>Gambar 2.3</b> Sensor Suhu .....                                                      | 18 |
| <b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian .....                              | 25 |
| <b>Gambar 3.2</b> Skematik Rangkaian Alat .....                                          | 26 |
| <b>Gambar 3.3</b> <i>Flowchart</i> Program .....                                         | 27 |
| <b>Gambar 3.4</b> Grafik Fuzzifikasi Variabel pH .....                                   | 29 |
| <b>Gambar 3.5</b> Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel TDS .....                           | 30 |
| <b>Gambar 3.6</b> Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel <i>Turbidity</i> .....              | 31 |
| <b>Gambar 3.7</b> Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Suhu Air .....                      | 32 |
| <b>Gambar 3.8</b> Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Kualitas Air .....                  | 36 |
| <b>Gambar 4.1</b> Bentuk Fisik <i>Hardware</i> .....                                     | 47 |
| <b>Gambar 4.2</b> Hasil Implementasi <i>Firmware</i> Menggunakan <i>PlatformIO</i> ..... | 49 |
| <b>Gambar 4.3</b> Implementasi <i>Realtime Database Firebase</i> .....                   | 49 |
| <b>Gambar 4.4</b> Bentuk Antarmuka Aplikasi .....                                        | 50 |
| <b>Gambar 4.5</b> Grafik Regresi Linear .....                                            | 53 |
| <b>Gambar 4.6</b> Grafik Regresi Polinomial <i>Turbidity</i> Sensor .....                | 56 |
| <b>Gambar 4.7</b> Peta Spasial Sebaran Kualitas Air Hasil Pengujian Lapangan .....       | 62 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Penelitian Terdahulu.....                                                  | 5  |
| <b>Tabel 3.1</b> <i>Rule Based System Fuzzy</i> .....                                       | 34 |
| <b>Tabel 3.2</b> Tabel Pengujian Alat .....                                                 | 39 |
| <b>Tabel 3.3</b> Pengumpulan Data .....                                                     | 40 |
| <b>Tabel 3.4</b> Rancangan Pengujian Tambahan dengan Sampel Terkontrol.....                 | 41 |
| <b>Tabel 3.5</b> <i>Confusion Matrix</i> .....                                              | 44 |
| <b>Tabel 3.6</b> Jadwal Penelitian .....                                                    | 45 |
| <b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem .....                                | 51 |
| <b>Tabel 4.2</b> Kalibrasi pH .....                                                         | 53 |
| <b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengujian Sensor pH.....                                             | 54 |
| <b>Tabel 4.4</b> Hasil Pengujian Sensor TDS .....                                           | 54 |
| <b>Tabel 4.5</b> Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor <i>Turbidity</i> .....                    | 55 |
| <b>Tabel 4.6</b> Hasil Pengujian Sensor <i>Turbidity</i> .....                              | 56 |
| <b>Tabel 4.7</b> Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....                                   | 57 |
| <b>Tabel 4.8</b> Hasil Pengujian GPS .....                                                  | 58 |
| <b>Tabel 4.9</b> Hasil Pengambilan Data Lapangan .....                                      | 61 |
| <b>Tabel 4.10</b> Hasil Pengujian Sampel Terkontrol .....                                   | 63 |
| <b>Tabel 4.11</b> Kriteria Penentuan Klasifikasi Aktual Berdasarkan Standar Baku Mutu ..... | 67 |
| <b>Tabel 4.12</b> <i>Confusion Matrix</i> Hasil Klasifikasi Sistem .....                    | 68 |

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Dokumentasi Pengujian Alat dan Pengumpulan Data
- Lampiran 2.** Data Hasil Pengujian Sensor pH-4502C
- Lampiran 3.** Data Hasil Pengujian Sensor TDS
- Lampiran 4.** Data Hasil Pengujian *Water Temp* ds18b20
- Lampiran 5.** Data Hasil Pengujian Sensor *Turbidity* SEN0189
- Lampiran 7.** Data Hasil Pengambilan Data Lapangan
- Lampiran 8.** Code *Firmware* Sistem Alat
- Lampiran 9.** Tampilan *Dashboard* Aplikasi
- Lampiran 10.** Tampilan Spasial *Mapping*
- Lampiran 11.** Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 1
- Lampiran 12.** Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 2