



**PROYEK: RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN KENDALI  
IRIGASI TETES PRESISI DI LINGKUNGAN FIK UPNVJ BERBASIS  
*MOBILE***

**PROYEK TUGAS AKHIR**

Disusun oleh:  
**NICOLAS DEBRITO**  
NIM. 2210511057

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA  
2026**



**PROYEK: RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN KENDALI  
IRIGASI TETES PRESISI DI LINGKUNGAN FIK UPNVJ BERBASIS  
*MOBILE***

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

Disusun oleh:  
**NICOLAS DEBRITO**  
**NIM. 2210511057**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA  
2026**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

### PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Nicolas Debrito  
NIM : 2210511057  
Tanggal : 24 Juli 2026  
Judul Skripsi : **PROYEK: RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KENDALI IRIGASI TETES PRESISI DI LINGKUNGAN FIK UPNVJ BERBASIS MOBILE**

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 24 Juli 2026

Yang menyatakan,

   
Nicolas Debrito

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

### PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nicolas Debrito

NIM : 2210511057

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : S-1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan karya ilmiah saya kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) untuk publikasi dengan judul:

#### **PROYEK: RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KENDALI IRIGASI TETES PRESISI DI LINGKUNGAN FIK UPNVJ BERBASIS MOBILE**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan artikel ilmiah selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 24 Juli 2026

Yang menyatakan,



Nicolas Debrito

## **PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI PELIMPAHAN HAK CIPTA**

### **PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "PROYEK: RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KENDALI IRIGASI TETES PRESISI DI LINGKUNGAN FIK UPNVJ BERBASIS MOBILE" adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.

Jakarta, 24 Juli 2026



Nicolas Debritto  
NIM. 2210511057

## LEMBAR PENGESAHAN

### LEMBAR PENGESAHAN

Judul : PROYEK: RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING  
DAN KENDALI IRIGASI TETES PRESISI DI LINGKUNGAN  
FIK UPNVJ BERBASIS MOBILE  
Nama : Nicolas Debritto  
NIM : 2210511057  
Program Studi : S1 Informatika

Disetujui oleh:

Penguji 1:  
Dr. Indra Permana Solihin, S.Kom, M.Kom.

Penguji 2:  
Novi Trisman Hadi, S.Pd., M.Kom.

Pembimbing 1:  
Jayanta, S.Kom., M.Si.

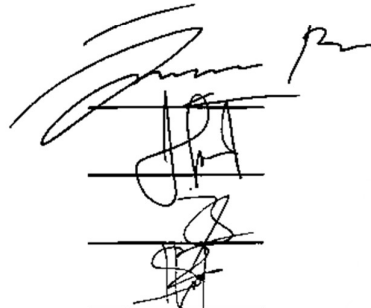
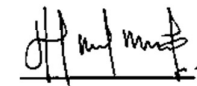
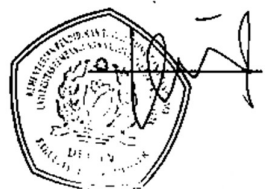
Pembimbing 2:  
Henki Bayu Seta, S.Kom, MTI.

Diketahui oleh:

Koordinator Program Studi:  
Dr. Ridwan Raafi'udin, S.Kom, M.Kom.  
NIP. 198805022021211001

Dekan Fakultas Ilmu Komputer:  
Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM  
NIP. 197605082003121002

Tanggal Ujian Tugas Akhir :  
23 Juli 2026

# PROYEK: RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN KENDALI IRIGASI TETES PRESISI DI LINGKUNGAN FIK UPNVJ BERBASIS *MOBILE*

Nicolas Debritto

## ABSTRAK

Pengelolaan irigasi konvensional secara manual sering kali tidak efisien karena ketiadaan antarmuka digital berbasis *mobile* untuk pemantauan dan kendali jarak jauh. Proyek ini bertujuan merancang dan membangun aplikasi *mobile* berbasis Flutter sebagai antarmuka utama sistem *monitoring* dan kendali irigasi tetes presisi untuk tanaman caisim di *greenhouse* FIK UPNVJ. Pengembangan menggunakan metode *System Development Life Cycle (SDLC) V-Shape Model*. Aplikasi dikembangkan dengan arsitektur *Model-View-ViewModel (MVVM)* dan *Provider State Management*, yang mengonsumsi data dari arsitektur IoT *edge-cloud* berbasis Raspberry Pi dengan algoritma *Fuzzy Logic Mamdani* dan mikrokontroler ESP32. Fitur utama mencakup *dual-role dashboard* (Operator dengan autentikasi JWT dan Publik *read-only*), pemantauan data sensor secara *real-time*, kendali manual aktuator (pompa, katup solenoid, dan motor *slider*) berbasis *three-phase feedback*, serta *streaming* data via WebSocket dengan pemulihan koneksi otomatis. Hasil pengujian menunjukkan aplikasi mampu menampilkan telemetri secara *real-time*, merespons perintah kendali dalam waktu  $\leq 2$  detik, dan mencapai tingkat keberhasilan pengujian *User Acceptance Test (UAT)* sebesar 100%. Dengan demikian, aplikasi *mobile* ini sangat layak dan efektif diimplementasikan sebagai antarmuka kendali irigasi tetes presisi cerdas.

**Kata Kunci :** *Internet of Things*, Irigasi Tetes Presisi, *Fuzzy Logic*, *Edge Computing*, Aplikasi *Mobile*

**PROJECT: DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MOBILE-BASED  
PRECISION DRIP IRRIGATION MONITORING AND CONTROL SYSTEM  
AT THE FIK UPNVJ**

**Nicolas Debritto**

**ABSTRACT**

*Manual conventional irrigation management is often inefficient due to the lack of a mobile-based digital interface for remote monitoring and control. This project aims to design and build a Flutter-based mobile application as the primary interface for a precision drip irrigation monitoring and control system for mustard greens (caisim) in the FIK UPNVJ greenhouse. Development follows the System Development Life Cycle (SDLC) V-Shape Model. The application is developed using the Model-View-ViewModel (MVVM) architecture with Provider State Management, consuming data from an edge-cloud IoT architecture comprising a Raspberry Pi running the Mamdani Fuzzy Logic algorithm and ESP32 microcontrollers. Key features include a dual-role dashboard (JWT-authenticated Operator and read-only Public), real-time sensor data monitoring, manual actuator controls (water pump, solenoid valves, and slider motor) with three-phase feedback, and WebSocket data streaming with automatic reconnection. Test results demonstrate that the application displays real-time telemetry, responds to control commands within  $\leq 2$  seconds, and achieves a 100% User Acceptance Test (UAT) success rate. Consequently, this mobile application is highly feasible and effective as a smart interface for precision drip irrigation.*

**Keywords:** *Internet of Things, Precision Drip Irrigation, Fuzzy Logic, Edge Computing, Mobile Application*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proyek ini dengan baik. Proyek ini disusun sebagai bagian dari pelaksanaan kegiatan akademik pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, dengan judul “PROYEK: RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN KENDALI IRIGASI TETES PRESISI DI LINGKUNGAN FIK UPNVJ BERBASIS *MOBILE*.”

Proyek ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem irigasi tetes presisi berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mampu melakukan *monitoring* kondisi lingkungan serta pengendalian irigasi secara *real-time* melalui aplikasi *mobile*. Diharapkan sistem yang dikembangkan dapat mendukung efisiensi penggunaan air, meningkatkan efektivitas pengelolaan tanaman, serta menjadi sarana pembelajaran dan pengembangan teknologi IoT di lingkungan Fakultas Ilmu Komputer UPNVJ.

Penyusunan proyek ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun materi, serta menjadi sumber semangat utama bagi penulis dalam menyelesaikan proyek ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, atas dukungan dan kebijakan yang diberikan sehingga kegiatan akademik dan pelaksanaan proyek ini dapat berjalan dengan baik.
3. Bapak Dr. Bambang Saras Yulistiawan, S.T., M.Kom., selaku Wakil Dekan Bidang Keuangan Fakultas Ilmu Komputer UPNVJ, atas dukungan dan pendanaan yang diberikan sehingga proyek ini dapat direncanakan dan dilaksanakan dengan baik.
4. Bapak Dr. Ridwan Raafi'udin, S.Kom, M.Kom., selaku Koordinator Program Studi Sarjana Informatika Fakultas Ilmu Komputer UPNVJ, atas arahan dan koordinasi yang diberikan selama proses penyusunan dan pelaksanaan proyek ini.
5. Bapak Jayanta, S.Kom., M.Si. dan Bapak Henki Bayu Seta, S.Kom., MTI., selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, saran, serta motivasi yang diberikan selama proses perencanaan dan penyusunan proyek ini.
6. Keluarga besar Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, khususnya Fakultas Ilmu Komputer dan Program Studi Informatika, atas

lingkungan akademik yang kondusif dan fasilitas pendukung selama proses pembelajaran.

7. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Informatika, atas dukungan, kerja sama, diskusi, dan semangat kebersamaan yang sangat berarti dalam proses penyusunan proyek ini.

Penulis menyadari bahwa proyek ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan pada tahap pelaksanaan maupun pengembangan selanjutnya. Semoga proyek ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Ilmu Komputer dan *Internet of Things*, serta menjadi referensi bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Jakarta, 23 Juli 2025



Nicolas Debritto

## DAFTAR ISI

|                                                                          |      |
|--------------------------------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                                  | i    |
| ABSTRAK .....                                                            | ii   |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                                    | iii  |
| KATA PENGANTAR .....                                                     | iv   |
| DAFTAR ISI .....                                                         | vi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                      | ix   |
| DAFTAR TABEL .....                                                       | xi   |
| DAFTAR RUMUS .....                                                       | xii  |
| DAFTAR SIMBOL .....                                                      | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                    | xvii |
| BAB 1. PENDAHULUAN .....                                                 | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                                                | 1    |
| 1.2. Identifikasi Masalah .....                                          | 4    |
| 1.3. Batasan Masalah .....                                               | 5    |
| 1.4. Tujuan dan Manfaat .....                                            | 5    |
| 1.4.1. Tujuan .....                                                      | 5    |
| 1.4.2. Manfaat .....                                                     | 6    |
| 1.5. Jadwal Kegiatan .....                                               | 7    |
| BAB 2. RANCANGAN PROYEK .....                                            | 9    |
| 2.1. Observasi .....                                                     | 9    |
| 2.1.1. <i>IoT Smart Hydroponic</i> di Fakultas Ilmu Komputer UPNVJ ..... | 9    |
| 2.1.2. <i>Greenhouse</i> Ladang Farm .....                               | 20   |
| 2.1.3. Kajian Literatur Masalah Inefisiensi Penyiraman Air .....         | 23   |
| 2.2. Usulan Solusi .....                                                 | 24   |
| 2.2.1. Identifikasi Kebutuhan Fungsional .....                           | 27   |
| 2.2.2. Identifikasi Kebutuhan Teknis .....                               | 30   |
| 2.3. Rancangan Proyek .....                                              | 32   |
| 2.3.1. Rencana Pengembangan .....                                        | 32   |
| 2.3.2. Analisis Arsitektur Sistem .....                                  | 33   |
| 2.3.3. Analisis Arsitektur Jaringan .....                                | 34   |
| 2.3.4. Analisis Alur Data dan Proses .....                               | 36   |

|                                 |                                                                       |    |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.5.                          | Perancangan Arsitektur Perangkat Lunak.....                           | 37 |
| 2.3.6.                          | Perancangan Basis Data .....                                          | 38 |
| 2.3.7.                          | Perancangan Alur Penyiraman.....                                      | 39 |
| 2.3.8.                          | Perancangan Komunikasi antar Komponen .....                           | 43 |
| 2.3.9.                          | Perancangan Logika Pengambil Keputusan.....                           | 43 |
| 2.3.10.                         | Perancangan Antarmuka .....                                           | 50 |
| 2.3.11.                         | Perancangan Alur Sistem Monitoring dan Kendali di <i>Mobile</i> ..... | 57 |
| 2.3.12.                         | Perancangan Arsitektur <i>Back-End</i> .....                          | 58 |
| 2.3.13.                         | Perancangan Arsitektur <i>Front-End Mobile</i> .....                  | 59 |
| 2.3.14.                         | Perencanaan Mitigasi Risiko.....                                      | 60 |
| 2.3.15.                         | Skenario <i>Interval Sampling</i> .....                               | 61 |
| 2.4.                            | Rencana Pengujian Proyek.....                                         | 63 |
| 2.4.1.                          | Pengujian Sistem.....                                                 | 63 |
| 2.4.2.                          | Evaluasi Keberhasilan Sistem .....                                    | 68 |
| BAB 3. IMPLEMENTASI PROYEK..... |                                                                       | 70 |
| 3.1.                            | Profil Mitra.....                                                     | 70 |
| 3.1.1.                          | Nama Organisasi/Lembaga Mitra .....                                   | 70 |
| 3.1.2.                          | Deskripsi Mitra .....                                                 | 70 |
| 3.1.3.                          | Hubungan Mitra dengan Proyek .....                                    | 70 |
| 3.2.                            | Metode Implementasi.....                                              | 72 |
| 3.2.1.                          | Implementasi Perangkat Keras.....                                     | 72 |
| 3.2.2.                          | Implementasi Komunikasi Data (MQTT/HTTP/WebSocket) .....              | 73 |
| 3.2.3.                          | Implementasi <i>Back-end</i> dan Basis Data.....                      | 76 |
| 3.2.4.                          | Implementasi <i>Front-end Mobile</i> .....                            | 78 |
| 3.2.5.                          | Implementasi Logika Kendali <i>Fuzzy Logic</i> .....                  | 82 |
| 3.3.                            | Metadata.....                                                         | 84 |
| 3.3.1.                          | Struktur Basis Data dan Relasional.....                               | 84 |
| 3.3.2.                          | Spesifikasi <i>Payload</i> dan Protokol .....                         | 85 |
| 3.4.                            | Laporan Implementasi Proyek .....                                     | 86 |
| 3.4.1.                          | <i>Logbook</i> Implementasi Proyek.....                               | 86 |
| 3.4.2.                          | Hasil Implementasi Perangkat Keras .....                              | 89 |
| 3.4.3.                          | Hasil Implementasi <i>Back-end</i> .....                              | 95 |

|                      |                                                            |     |
|----------------------|------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.4.               | Hasil Implementasi <i>Front-end Mobile</i> .....           | 100 |
| 3.5.                 | Hasil Pengujian Proyek.....                                | 101 |
| 3.5.1.               | Evaluasi Pengujian Sistem .....                            | 101 |
| 3.5.2.               | Implementasi Hasil <i>User Acceptance Test (UAT)</i> ..... | 112 |
| 3.5.3.               | Hasil Keberhasilan Sistem .....                            | 118 |
| BAB 4. PENUTUP ..... |                                                            | 121 |
| 4.1.                 | Kesimpulan .....                                           | 121 |
| 4.2.                 | Saran.....                                                 | 122 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... |                                                            | 123 |
| LAMPIRAN.....        |                                                            | 128 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 <i>Smart Hidroponik di Fakultas Ilmu Komputer UPNVJ</i> .....              | 10 |
| Gambar 2. 2 <i>Use Case Diagram Sistem IoT Smart Hydroponic</i> .....                  | 10 |
| Gambar 2. 3 <i>Tampilan dashboard IoT Smart Hydroponic bagian monitoring</i> .....     | 11 |
| Gambar 2. 4 <i>Tampilan dashboard IoT Smart Hydroponic bagian kontrol</i> .....        | 12 |
| Gambar 2. 5 <i>Diagram Arsitektur IoT Smart Hydroponic</i> .....                       | 15 |
| Gambar 2. 6 <i>Entity Relationship Diagram dari Sistem IoT Smart Hydroponic</i> ...    | 16 |
| Gambar 2. 7 <i>Greenhouse Ladang Farm</i> .....                                        | 20 |
| Gambar 2. 8 <i>V-Shape SDLC dari Sistem IoT Irigasi Tetes Presisi</i> .....            | 25 |
| Gambar 2. 9 <i>System Architecture Diagram dari Sistem IoT Irigasi Tetes Presisi</i>   | 33 |
| Gambar 2. 10 <i>Network Architecture Diagram dari Sistem IoT Irigasi Tetes Presisi</i> | 34 |
| Gambar 2. 11 <i>Latensi Antar Layer</i> .....                                          | 35 |
| Gambar 2. 12 <i>Data Flow Diagram Level 1 dari Sistem IoT Irigasi Tetes Presisi</i>    | 36 |
| Gambar 2. 13 <i>Component Diagram dari Sistem IoT Irigasi Tetes Presisi</i> .....      | 37 |
| Gambar 2. 14 <i>Entity Relationship Diagram dari Sistem IoT Irigasi Tetes Presisi</i>  | 38 |
| Gambar 2. 15 <i>Flowchart dari Alur Penyiraman</i> .....                               | 39 |
| Gambar 2. 16 <i>Flowchart dari Alur Penyiraman (Lanjutan)</i> .....                    | 40 |
| Gambar 2. 17 <i>Sequence Diagram dari Alur Penyiraman Otomatis</i> .....               | 43 |
| Gambar 2. 18 <i>Activity Diagram dari Sistem Monitoring</i> .....                      | 44 |
| Gambar 2. 19 <i>Activity Diagram dari Sistem Kendali (Control)</i> .....               | 45 |
| Gambar 2. 20 <i>Antarmuka Splashscreen</i> .....                                       | 51 |
| Gambar 2. 21 <i>Antarmuka Overview</i> .....                                           | 52 |
| Gambar 2. 22 <i>Antarmuka Login</i> .....                                              | 53 |
| Gambar 2. 23 <i>Antarmuka Dashboard Publik</i> .....                                   | 54 |
| Gambar 2. 24 <i>Antarmuka Dashboard Operator - Monitoring</i> .....                    | 55 |
| Gambar 2. 25 <i>Antarmuka Dashboard Operator - Kendali (Control)</i> .....             | 56 |
| Gambar 2. 26 <i>System Flow Diagram Aplikasi Mobile</i> .....                          | 57 |
| Gambar 2. 27 <i>Monolithic Architecture Diagram</i> .....                              | 58 |
| Gambar 2. 28 <i>MVVM Architecture Diagram</i> .....                                    | 59 |
| Gambar 3. 1 <i>Rangkaian Perangkat Keras</i> .....                                     | 72 |
| Gambar 3. 2 <i>Alur Komunikasi Data</i> .....                                          | 73 |
| Gambar 3. 3 <i>Gambar Perbandingan Sinyal Sensor</i> .....                             | 74 |
| Gambar 3. 4 <i>Loss per Interval Sampling</i> .....                                    | 75 |
| Gambar 3. 5 <i>Struktur Proyek Raspberry Pi (Edge)</i> .....                           | 76 |
| Gambar 3. 6 <i>Struktur Proyek Backend (Server Cloud)</i> .....                        | 77 |
| Gambar 3. 7 <i>Arsitektur Aplikasi Mobile Berbasis Flutter</i> .....                   | 78 |
| Gambar 3. 8 <i>Kode Inisialisasi Aplikasi dan Multi-Provider</i> .....                 | 80 |
| Gambar 3. 9 <i>Kode Implementasi WebSocket</i> .....                                   | 80 |
| Gambar 3. 10 <i>Kode Parsing Data Sensor</i> .....                                     | 81 |
| Gambar 3. 11 <i>Alur Dosis Penyiraman Fuzzy Logic Mamdani</i> .....                    | 82 |

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 3. 12 ERD <i>Cloud Edge</i> .....                              | 84  |
| Gambar 3. 13 Rangkaian Perangkat Keras <i>Slider</i> .....            | 89  |
| Gambar 3. 14 Raspberry Pi 4 .....                                     | 89  |
| Gambar 3. 15 Rangkaian ESP 1 .....                                    | 91  |
| Gambar 3. 16 Rangkaian ESP 2 .....                                    | 92  |
| Gambar 3. 17 Rangkaian ESP 3 .....                                    | 94  |
| Gambar 3. 18 Tampilan <i>Splash Screen, Overview, dan Login</i> ..... | 100 |
| Gambar 3. 19 Tampilan Sistem <i>Monitoring</i> .....                  | 100 |
| Gambar 3. 20 Tampilan Sistem Kendali .....                            | 101 |
| Gambar 3. 21 Alur Kendali Motor .....                                 | 114 |
| Gambar 3. 22 Kurva Kalibrasi Sensor .....                             | 117 |

## DAFTAR TABEL

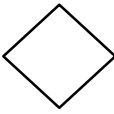
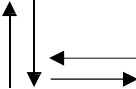
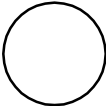
|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 1. 1 <i>Gantt Chart</i> Jadwal Pengembangan Proyek .....                                                     | 7   |
| Tabel 1. 2 <i>Gantt Chart</i> Jadwal Pengembangan Proyek (Lanjutan) .....                                          | 8   |
| Tabel 2. 1 Perbandingan Sistem <i>IoT Smart Hydroponic</i> dengan Sistem<br>Penyiraman Dinamis yang Diusulkan..... | 17  |
| Tabel 2. 2 Distribusi Jenis Tanaman di Ladang Farm .....                                                           | 21  |
| Tabel 2. 3 Parameter Lingkungan <i>Greenhouse</i> Ladang Farm .....                                                | 21  |
| Tabel 2. 4 Parameter Nutrisi dan Budidaya Tanaman Selada.....                                                      | 22  |
| Tabel 2. 5 Teknologi dan Sistem Pendukung Ladang Farm .....                                                        | 23  |
| Tabel 2. 6 Perbandingan Kuantitatif Nilai <i>Water Productivity</i> .....                                          | 24  |
| Tabel 2. 7 Kebutuhan Fungsional Sistem Monitoring dan Kendali.....                                                 | 28  |
| Tabel 2. 8 Kebutuhan Teknis Sistem IoT Irigasi Tetes Presisi .....                                                 | 31  |
| Tabel 2. 9 Kebutuhan Nutrisi Tanaman Caisim.....                                                                   | 41  |
| Tabel 2. 10 Parameter Fungsi Keanggotaan .....                                                                     | 46  |
| Tabel 2. 11 Basis Aturan Fuzzy .....                                                                               | 48  |
| Tabel 2. 12 Perhitungan Risiko Kegagalan.....                                                                      | 61  |
| Tabel 2. 13 Komponen <i>Unit Testing</i> .....                                                                     | 63  |
| Tabel 2. 14 Modul <i>Integration Testing</i> .....                                                                 | 65  |
| Tabel 2. 15 Fitur <i>System Testing</i> .....                                                                      | 66  |
| Tabel 2. 16 <i>User Acceptance Testing</i> .....                                                                   | 67  |
| Tabel 2. 17 Klasifikasi Tingkat Keberhasilan Sistem.....                                                           | 69  |
| Tabel 3. 1 <i>Logbook</i> Kegiatan Proyek.....                                                                     | 86  |
| Tabel 3. 2 Layanan ( <i>Service</i> ) pada Raspberry Pi 4 .....                                                    | 90  |
| Tabel 3. 3 Komponen di ESP 1 .....                                                                                 | 91  |
| Tabel 3. 4 Komponen di ESP 2.....                                                                                  | 93  |
| Tabel 3. 5 Komponen di ESP 3.....                                                                                  | 94  |
| Tabel 3. 6 <i>API Edge</i> (Raspberry PI).....                                                                     | 97  |
| Tabel 3. 7 <i>API Cloud Server (Backend)</i> .....                                                                 | 98  |
| Tabel 3. 8 Hasil <i>Unit Testing</i> .....                                                                         | 102 |
| Tabel 3. 9 Hasil <i>Integration Testing</i> .....                                                                  | 104 |
| Tabel 3. 10 Hasil <i>System Testing</i> .....                                                                      | 107 |
| Tabel 3. 11 Hasil <i>User Acceptance Testing (UAT)</i> .....                                                       | 108 |
| Tabel 3. 12 Masukan Penguji UAT.....                                                                               | 111 |
| Tabel 3. 13 Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>Unit Testing</i> .....                                                 | 118 |
| Tabel 3. 14 Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>Integration Testing</i> .....                                          | 118 |
| Tabel 3. 15 Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>System Testing</i> .....                                               | 119 |
| Tabel 3. 16 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Sistem Pasca-Implementasi .....                                            | 119 |

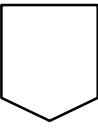
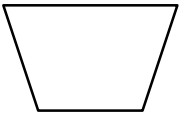
## DAFTAR RUMUS

| Nomor | Judul Rumus                                                | Halaman |
|-------|------------------------------------------------------------|---------|
| 2. 1  | <i>Firing Strength</i>                                     | 49      |
| 2. 2  | <i>Aggregation Operator (MAX Method)</i>                   | 50      |
| 2. 3  | <i>Centroid Method (Center of Gravity Defuzzification)</i> | 50      |
| 2. 4  | <i>Mean Squared Error (MSE)</i>                            | 62      |
| 2. 5  | <i>Test Case Effectiveness</i>                             | 68      |
| 3. 1  | Ekstrapolasi (Menentukan Nilai Kering & Basah)             | 116     |
| 3. 2  | Konversi ADC ke Persentase Kelembaban                      | 116     |
| 3. 3  | Volume Air ( <i>Waterflow</i> )                            | 117     |

## DAFTAR SIMBOL

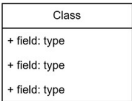
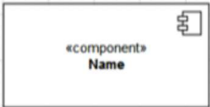
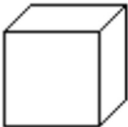
Simbol 1. Simbol-Simbol *Flowchart*

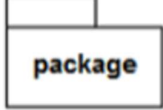
| No | Simbol                                                                              | Nama Simbol              | Fungsi                                                                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. |    | Terminator               | Untuk menyatakan awal atau akhir dalam suatu proses.                                                                   |
| 2. |    | <i>Input/Output</i>      | Untuk mewakili proses menerima <i>input</i> atau menghasilkan <i>output</i> .                                          |
| 3. |    | <i>Process</i>           | Untuk menunjukkan langkah atau operasi yang dilakukan oleh sistem atau komputer untuk menjalankan suatu proses.        |
| 4. |   | <i>Decision</i>          | Untuk menggambarkan titik pengambilan keputusan, di mana proses dapat bercabang berdasarkan jawaban "ya" atau "tidak." |
| 5. |  | <i>Predefine Process</i> | Untuk menggambarkan bagian dari proses yang lebih rinci atau sub-prosedur yang sudah ditetapkan.                       |
| 6. |  | <i>Flow</i>              | Untuk menghubungkan atau mengarahkan antar simbol dalam sebuah diagram.                                                |
| 7. |  | <i>On-Page Reference</i> | Untuk menunjukkan proses masuk atau keluar di dalam satu lembar kerja yang sama.                                       |

| No  | Simbol                                                                             | Nama Simbol               | Fungsi                                                                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.  |   | <i>Off-Page Reference</i> | Untuk menghubungkan proses yang terjadi di antara lembar kerja yang berbeda dan menunjukkan penyambungan proses yang berlanjut di halaman lain. |
| 9.  |   | <i>Manual Operation</i>   | Untuk menandakan adanya proses yang dilakukan secara manual, tidak otomatis oleh komputer.                                                      |
| 10. |   | <i>Document</i>           | Untuk menunjukkan bahwa proses <i>input</i> atau <i>output</i> terkait dengan dokumen.                                                          |
| 11. |  | <i>Preparation</i>        | Untuk menunjukkan tempat penyimpanan atau persiapan data sebelum digunakan dalam pengolahan lebih lanjut.                                       |

Simbol 2. Simbol-Simbol *Unified Modeling Language*

| No | Simbol                                                                              | Nama Simbol       | Fungsi                                                                                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. |  | <i>Actor</i>      | Menspesifikasikan himpunan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan <i>use case</i> .                                      |
| 2. |  | <i>Dependency</i> | Hubungan dimana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri ( <i>independent</i> ) akan mempengaruhi elemen yang bergantung padanya |

| No | Simbol                                                                              | Nama Simbol           | Fungsi                                                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                     |                       | elemen yang tidak mandiri ( <i>independent</i> ).                                                                                                                    |
| 3. |    | <i>Generalization</i> | Hubungan dimana objek anak ( <i>descendent</i> ) berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk ( <i>ancestor</i> ).                  |
| 4. |    | <i>Association</i>    | Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya.                                                                                                       |
| 5. |    | <i>Class</i>          | Simbol class digunakan untuk merepresentasikan struktur dan perilaku dari sebuah objek.                                                                              |
| 6. |   | <i>Component</i>      | Digunakan untuk merepresentasikan bagian modular dari suatu sistem yang memiliki fungsi spesifik dan dapat berdiri sendiri.                                          |
| 7. |  | <i>Node</i>           | Merepresentasikan elemen fisik atau lingkungan eksekusi tempat komponen dijalankan, seperti <i>server</i> , perangkat keras, atau perangkat IoT dalam sebuah sistem. |
| 8. |  | <i>Activity</i>       | Digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas atau proses yang terjadi dalam suatu sistem, termasuk urutan tindakan, keputusan, serta aliran                          |

| No  | Simbol                                                                            | Nama Simbol         | Fungsi                                                                                                                                                                                    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                   |                     | kontrol dari awal hingga akhir proses.                                                                                                                                                    |
| 9.  |  | <i>Note</i>         | Memberikan keterangan tambahan, penjelasan, atau komentar yang berkaitan dengan elemen tertentu dalam diagram                                                                             |
| 10. |  | <i>Initial Node</i> | Menandai titik awal dari suatu aktivitas.                                                                                                                                                 |
| 11. |  | <i>Final Node</i>   | Menandai titik akhir dari suatu aktivitas atau alur proses.                                                                                                                               |
| 12. |  | <i>Package</i>      | Digunakan untuk mengelompokkan elemen-elemen UML seperti <i>class</i> , <i>use case</i> , atau komponen ke dalam suatu struktur logis agar sistem lebih terorganisasi dan mudah dipahami. |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1 Surat Permohonan Riset .....                                      | 128 |
| Lampiran 2 Tabel Hasil Observasi dengan <i>Trainer</i> Ladang Farm .....     | 129 |
| Lampiran 3 Dokumentasi Bersama dengan <i>Trainer</i> Ladang Farm.....        | 132 |
| Lampiran 4 Dokumentasi Bersama dengan anggota Proyek <i>Smart Hydroponic</i> | 133 |
| Lampiran 5 Lembar UAT Dr. Ridwan Raafi'udin, S.Kom, M.Kom. ....              | 134 |
| Lampiran 6 Lembar UAT Novi Trisman Hadi, S.Pd., M.Kom. ....                  | 139 |
| Lampiran 7 Lembar UAT Nurhuda Maulana, S.T., M.T.....                        | 144 |
| Lampiran 8 Hasil Turnitin.....                                               | 149 |