

**IMPLEMENTASI FREERTOS DAN MEKANISME FAIL-SAFE  
PADA SISTEM KONTROL AERASI MULTISTAGE  
HIDROPONIK DFT**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik  
Program Pendidikan Strata Satu**



**Oleh :  
AHMAD MAULANA YUSUF  
41187003220004**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S1  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS TERAPAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH INDONESIA  
2026**

## HALAMAN PENGESAHAN

### IMPLEMENTASI FREERTOS DAN MEKANISME FAIL-SAFE PADA SISTEM KONTROL AERASI MULTISTAGE HIDROPONIK DFT

Disusun Oleh:

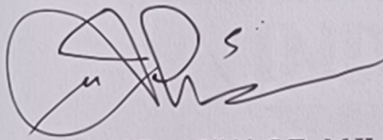
Ahmad Maulana Yusuf

41187003220004

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
sarjana

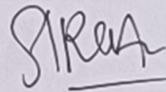
Susunan Dewan Pembimbing

Pembimbing I



Muhammad Ilyas Sikki, S.T., M.Kom  
NIP. 45.1.02.06.2001.166

Pembimbing II



Sri Marini, S.T., M.T  
NIP. 45.1.02.04.2012.021

Bekasi, 6 Agustus 2026

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

Universitas Muhammadiyah Indonesia



Annisa Firasanti, S.T., M.T.  
NIP. 45.1.09.01.2015.001

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

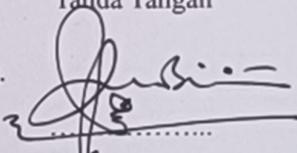
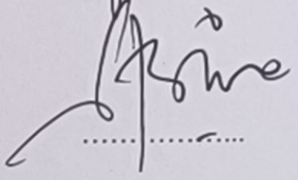
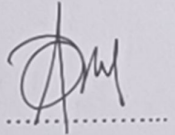
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim penguji ujian sidang Skripsi sebagai jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Terapan Universitas Muhammadiyah Indonesia.

### IMPLEMENTASI FREERTOS DAN MEKANISME FAIL-SAFE PADA SISTEM KONTROL AERASI MULTISTAGE HIDROPONIK DFT

Nama : Ahmad Maulana Yusuf  
NPM : 41187003220004  
Program Studi : Elektro S-1  
Fakultas : Teknik dan Sains Terapan

Bekasi, 6 Agustus 2026

Tim Penguji

|             | Nama                                                                          | Tanda Tangan                                                                          |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Anggota I   | : Ir. Abdul Hafid Paronda, M.T., IPM., ASEAN Eng.<br>NIP. 45.1.16.10.2000.156 |  |
| Anggota II  | : Dr. Muhammad Amin Bakri, S.T., M.T<br>NIP. 45.1.17.09.1995.064              |  |
| Anggota III | : Annisa Firasanti, S.T., M.T<br>NIP. 45.1.09.01.2015.001                     |  |

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Maulana Yusuf

NPM : 41187003220004

Program Studi : Teknik Elektro S-1

Email : 4hmadmaulanayusuf@gmail.com

Judul Tugas Akhir : IMPLEMENTASI FREERTOS DAN MEKANISME

FAIL-SAFE PADA SISTEM KONTROL AERASI

MULTISTAGE HIDROPONIK DFT

Penulis dengan sepuh hati menyatakan bahwa tugas akhir ini dikerjakan seorang diri. Skripsi ini bukan plagiarisme, pencurian karya orang lain, hubungan material atau non material karya orang lain untuk kepentingan penulis, ataupun kesempatan orang lain yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis tesis penulis secara orisinil dan otentik. Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di institusi ini.

Bekasi, 6 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan



Ahmad Maulana Yusuf

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.

### **MOTO**

"Lupakan apa yang tidak bisa dilakukan dan cari apa yang bisa dilakukan, tidak peduli sekecil atau tidak artinya itu, di situlah letak makna dari kehidupan yang telah kau jalani. - Frey Blake"

### **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Hasil karya sederhana penulis dipersembahkan kepada:

1. Ayahanda tercinta Mamik, terima kasih atas segala kerja keras, pengorbanan, dan usaha yang telah diberikan untuk memberikan yang terbaik kepada penulis. Dukungan, perhatian, serta doa yang selalu ayah berikan menjadi salah satu alasan penulis dapat berada di titik ini.
2. Ibunda tercinta Eni, terima kasih atas doa, kasih sayang, motivasi, dan senyuman tulus yang selalu diberikan kepada penulis. Berkat doa dan dukungan ibunda, penulis dapat menyelesaikan studi ini hingga tuntas.
3. Bapak Muhammad Ilyas Sikki, S.T., M.Kom dan Ibu Sri Marini, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, ilmu pengetahuan, serta masukan yang berharga kepada penulis selama proses penyusunan skripsi. Terima kasih atas waktu, kesabaran, dan dedikasi yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

4. Teman-teman seperjuangan, teman-teman angkatan 2022, serta seluruh teman-teman Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Indonesia yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas bantuan, dukungan, motivasi, dan kebersamaan yang telah diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas segala bantuan, doa, dan dukungan yang telah diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan kegiatan tugas akhir ini, setelah selesainya tugas akhir ini banyak tantangan yang harus dihadapi oleh penulis. Oleh sebab itu, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dari penyusunan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis dengan rendah hati mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca untuk menyempurnakan tugas akhir ini.

Skripsi ini dibuat oleh penulis sebagai salah satu syarat akademis yang harus dipenuhi oleh mahasiswa untuk memperoleh gelar sarjana Program Studi Teknik Elektro di Universitas Muhammadiyah Indonesia.

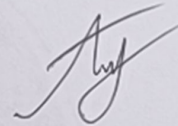
Penyelesaian laporan tugas akhir ini tentunya tidak akan dapat terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang telah membimbing, memberikan semangat dan mendoakan. Sehingga penyusunan laporan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Bapak Yopi Handoyo, S.Si., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Terapan Universitas Muhammadiyah Indonesia.
3. Ibu Annisa Firasanti, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 Fakultas Teknik dan Sains Terapan Universitas Muhammadiyah Indonesia.
4. Bapak Muhammad Ilyas Sikki, S.T., M.Kom selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan-nya dalam penyusunan tugas akhir skripsi.

5. Ibu Sri Marini, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan-nya dalam penyusunan tugas akhir skripsi.
6. Teman-teman Teknik Elektro khususnya angkatan 2022 yang selalu memberikan semangat, nasehat, arahan, serta bantuannya sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.*

Bekasi, 6 Agustus 2026



Ahmad Maulana Yusuf

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol aerasi multi-stage berbasis FreeRTOS dual-core pada mikrokontroler ESP32-WROOM-32 untuk aplikasi hidroponik Deep Flow Technique (DFT). Permasalahan utama adalah keterlambatan proses kontrol akibat operasi komunikasi jaringan yang bersifat blocking pada arsitektur pemrograman konvensional single-loop, yang berpotensi menurunkan stabilitas sistem kontrol berbasis IoT. Sistem memanfaatkan sensor suhu air DS18B20 sebagai parameter proksi untuk estimasi Dissolved Oxygen (DO), dengan logika kontrol Threshold bertingkat dan mekanisme hysteresis untuk mengendalikan dua buah aerator dan satu pompa air melalui modul relay 4-channel. Arsitektur perangkat lunak memanfaatkan FreeRTOS untuk memisahkan task kontrol (pembacaan sensor, pengolahan logika, dan aktuasi relay) yang dijalankan pada Core 1, dan task komunikasi jaringan (WiFi, NTP, MQTT, dan Google Sheets) yang dijalankan pada Core 0 dengan interval 100 ms. Selain itu, diterapkan mekanisme fail-safe untuk mengaktifkan kedua aerator ketika sensor tidak valid dan mengaktifkan pompa ketika sinkronisasi waktu NTP gagal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa task kontrol tetap stabil pada interval ~5000 ms meskipun task jaringan beroperasi secara bersamaan, sedangkan logika konvensional mengalami keterlambatan hingga +9724 ms pada kondisi dengan WiFi dan +24737 ms pada kondisi tanpa WiFi. Pengujian endurance test selama 24 jam membuktikan sistem mampu beroperasi kontinu dengan uptime 1 hari 00 jam 54 menit 11 detik tanpa restart maupun hang, dengan 33 rekaman data tersimpan pada Google Sheets. Komunikasi MQTT mencapai success rate 100% dengan 16 kali publikasi data, dan mekanisme fail-safe berhasil bekerja sesuai rancangan pada kedua skenario kegagalan.

**Kata Kunci:** Sistem kontrol aerasi, *FreeRTOS dual-core*, ESP32, hidroponik DFT, *hysteresis*, *fail-safe*, MQTT, *Google Sheets*

## ABSTRACT

*This research aims to design and implement a multi-stage aeration control system based on FreeRTOS dual-core on the ESP32-WROOM-32 microcontroller for Deep Flow Technique (DFT) hydroponic applications. The main problem addressed is the delay in control processes caused by blocking network communication operations in conventional single-loop programming architectures, which potentially degrades the stability of IoT-based control systems. This system utilizes the DS18B20 waterproof temperature sensor as a proxy parameter for estimating Dissolved Oxygen (DO), with tiered Threshold control logic and a hysteresis mechanism to control two aerators and one water pump through a 4-channel relay module. The software architecture employs FreeRTOS to separate the control task (sensor reading, logic processing, and relay actuation) running on Core 1, and the network communication task (WiFi, NTP, MQTT, and Google Sheets) running on Core 0 with a 100 ms interval. Additionally, a fail-safe mechanism is implemented to activate both aerators when the sensor becomes invalid and to activate the pump when NTP time synchronization fails. Test results show that the control task remains stable at an interval of approximately 5000 ms even when the network task operates simultaneously, whereas conventional logic experienced delays of up to +9724 ms under WiFi-connected conditions and +24737 ms under WiFi-disconnected conditions. A 24-hour endurance test proved that the system is capable of continuous operation with an uptime of 1 day 00 hours 54 minutes 11 seconds without restart or hang, with 33 data records stored in Google Sheets. MQTT communication achieved a 100% success rate with 16 data publications, and the fail-safe mechanism successfully functioned according to design in both failure scenarios.*

**Keywords:** *Aeration control system, FreeRTOS dual-core, ESP32, DFT hydroponics, hysteresis, fail-safe, MQTT, Google Sheets*

## DAFTAR ISI

|                                               |             |
|-----------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>               | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI .....</b>      | <b>ii</b>   |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>              | <b>iii</b>  |
| <b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>            | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                   | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                          | <b>viii</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                         | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                       | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                     | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                    | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                  | <b>xvii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                | <b>1</b>    |
| 1. 1 Latar belakang .....                     | 1           |
| 1. 2 Rumusan Masalah .....                    | 3           |
| 1. 3 Batasan Masalah.....                     | 3           |
| 1. 4 Tujuan Penelitian.....                   | 4           |
| 1. 5 Manfaat Penelitian .....                 | 5           |
| 1.5.1 Manfaat Teoritis .....                  | 5           |
| 1.5.2 Manfaat Praktis .....                   | 5           |
| 1. 6 Sistematika Penulisan .....              | 5           |
| <b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>            | <b>7</b>    |
| 2.1 Hidroponik Deep Flow Technique (DFT)..... | 7           |
| 2.2 Dissolved Oxygen (DO).....                | 7           |

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3 Korelasi Suhu terhadap Dissolved Oxygen .....                | 8         |
| 2.4 Internet of Things (IoT) .....                               | 9         |
| 2.5 ESP 32 . .....                                               | 9         |
| 2.6 FreeRTOS Dual-core.....                                      | 10        |
| 2.7 Sensor DS18B20 .....                                         | 10        |
| 2.8 Sistem Kontrol Threshold .....                               | 11        |
| 2.9 Hysteresis .....                                             | 11        |
| 2.10 Fail-safe.....                                              | 12        |
| 2.11 Relay .....                                                 | 12        |
| 2.12 Aerator .....                                               | 12        |
| 2.13 Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) .....            | 13        |
| 2.14 Google Sheets .....                                         | 13        |
| 2.15 Penelitian Terdahulu.....                                   | 14        |
| 2.16 Research Gap .....                                          | 17        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                       | <b>19</b> |
| 3.1 Objek Penelitian .....                                       | 19        |
| 3.2 Alat dan Bahan .....                                         | 19        |
| 3.3 Prosedur Penelitian.....                                     | 20        |
| 3.4 Studi Literatur .....                                        | 21        |
| 3.5 Perancangan Sistem .....                                     | 22        |
| 3.6 Perancangan Hardware.....                                    | 22        |
| 3.7 Perancangan Software .....                                   | 23        |
| 3.8 Pengujian Alat .....                                         | 29        |
| 3.8.1. Pengujian Sensor DS18B20 — Stabilitas Pembacaan Suhu..... | 29        |
| 3.8.2. Pengujian Respons Relay terhadap Perubahan Suhu .....     | 29        |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.8.3. Pengujian Stabilitas Pengiriman Data.....                                 | 29 |
| 3.8.4. Pengujian Mekanisme Fail-safe .....                                       | 30 |
| 3.8.5. Pengujian Perbandingan FreeRTOS Dual-core dan Logika Konvensional . ..... | 31 |
| 3.8.6. Pengujian Keseluruhan Sistem.....                                         | 31 |
| 3.9 Analisis Data .....                                                          | 31 |
| 3.9.1. Analisis Stabilitas Pembacaan Sensor DS18B20 .....                        | 32 |
| 3.9.2. Analisis Stabilitas Respons Relay .....                                   | 32 |
| 3.9.3. Analisis Stabilitas Pengiriman Data .....                                 | 32 |
| 3.9.4. Analisis Mekanisme Fail-safe .....                                        | 32 |
| 3.9.5. Analisis Perbandingan FreeRTOS Dual-core dan Logika Konvensional .....    | 33 |
| 3.9.6. Analisis Stabilitas Sistem 24 Jam.....                                    | 33 |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                                         | 34 |
| 4.1 Hasil Perancangan.....                                                       | 34 |
| 4.1.1 Hasil Pengujian Sensor DS18B20.....                                        | 35 |
| 4.1.2 Hasil Respon Relay Terhadap <i>Threshold</i> .....                         | 38 |
| 4.1.3 Hasil Stabilitas Komunikasi Data .....                                     | 40 |
| 4.1.4 Hasil Mekanisme Fail Safe .....                                            | 41 |
| 4.1.5 Hasil Perbandingan FreeRTOS Dual-core dan Logika Konvensional .            | 42 |
| 4.1.6 Hasil Keseluruhan Sistem .....                                             | 49 |
| 4.2 Pembahasan.....                                                              | 49 |
| 4.2.1 Pembahasan Sensor DS18B20 .....                                            | 49 |
| 4.2.2 Pembahasan Respon <i>Relay</i> Terhadap <i>Threshold</i> .....             | 50 |
| 4.2.3 Pembahasan Stabilitas Komunikasi Data.....                                 | 51 |

|                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.4 Pembahasan Mekanisme Fail safe .....                                             | 52        |
| 4.2.5 Pembahasan Perbandingan <i>FreeRTOS Dual-core</i> dan Logika Konvensional . .... | 53        |
| 4.2.6 Pembahasan Pengujian Sistem.....                                                 | 55        |
| 4.2.7 Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Penelitian Terdahulu.....                   | 56        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                                | <b>58</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                                   | 58        |
| 5.2 Saran.....                                                                         | 58        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                             | <b>60</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                                                   | <b>62</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....                                     | 14 |
| Tabel 3. 1 Alat .....                                                     | 19 |
| Tabel 3. 2 Bahan.....                                                     | 20 |
| Tabel 3. 3 Threshold Bertingkat .....                                     | 23 |
| Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor DS18B20 .....                           | 35 |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian stabilitas sensor DS18B20 .....                | 37 |
| Tabel 4. 3 Hasil Respon Relay Terhadap Threshold Suhu Naik .....          | 38 |
| Tabel 4. 4 Hasil Respon Relay Terhadap Threshold Suhu Turun .....         | 39 |
| Tabel 4. 5 Hasil Mekanisme Fail Safe .....                                | 42 |
| Tabel 4. 6 Hasil Penggunaan FreeRTOS dengan koneksi WiFi.....             | 43 |
| Tabel 4. 7 Hasil Penggunaan Logika Konvensional dengan koneksi WiFi ..... | 45 |
| Tabel 4. 8 Hasil Penggunaan FreeRTOS tanpa koneksi WiFi.....              | 46 |
| Tabel 4. 9 Hasil Penggunaan Konvensional tanpa koneksi WiFi.....          | 48 |
| Tabel 4. 10 Ringkasan Perbandingan FreeRTOS dan Logika Konvensional.....  | 55 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Hidroponik DFT .....                                                        | 7  |
| Gambar 2. 2 Dissolved Oxygen .....                                                      | 7  |
| Gambar 2. 3 Korelasi Suhu terhadap Dissolved Oxygen.....                                | 8  |
| Gambar 2. 4 Internet of Things .....                                                    | 9  |
| Gambar 2. 5 ESP 32 .....                                                                | 9  |
| Gambar 2. 6 FreeRTOS.....                                                               | 10 |
| Gambar 2. 7 Sensor DS18B20 .....                                                        | 10 |
| Gambar 2. 8 Hysteresis .....                                                            | 11 |
| Gambar 2. 9 Relay Modul.....                                                            | 12 |
| Gambar 2. 10 Aerator.....                                                               | 12 |
| Gambar 2. 11 MQTT.....                                                                  | 13 |
| Gambar 2. 12 Google Sheets.....                                                         | 13 |
| Gambar 3. 1 Flowchart Prosedur Penelitian .....                                         | 21 |
| Gambar 3. 2 Arsitektur Sistem .....                                                     | 23 |
| Gambar 3. 3 Flowchart Core 1 .....                                                      | 25 |
| Gambar 3. 4 Flowchart Core 0 .....                                                      | 26 |
| Gambar 3. 5 Perancangan Software IoT Kita (a) Pengaturan platform IoT Kita.             | 27 |
| Gambar 3. 5 Perancangan Software IoT Kita (b) Pengaturan Kode Program .....             | 27 |
| Gambar 3. 5 Perancangan Software IoT Kita (c) Pengaturan Kode Program.....              | 27 |
| Gambar 3. 6 Perancangan Software Google Sheet (a)Pengaturan platform Google Sheet ..... | 28 |
| Gambar 3. 6 Perancangan Software Google Sheet (b) Pengaturan Kode Program .....         | 28 |
| Gambar 4. 1 Skematik Rangkaian.....                                                     | 34 |
| Gambar 4. 2 Hasil Perancangan (a) Keseluruhan .....                                     | 34 |
| Gambar 4. 2 Hasil Perancangan (b) Bagian dalam .....                                    | 34 |
| Gambar 4. 2 Hasil Perancangan (c) Tampak bawah .....                                    | 34 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 3 Pengujian Akurasi Sensor DS18B20 (a) Perbandingan suhu.....                       | 35 |
| Gambar 4. 3 Pengujian Akurasi Sensor DS18B20 (b) Metode Pengujian.....                        | 35 |
| Gambar 4. 4 Pengujian Stabilitas Sensor DS18B20 (a)Tampilan serial monitor .                  | 36 |
| Gambar 4. 4 Pengujian Stabilitas Sensor DS18B20 (b) Pengujian stabilitas pembacaan suhu ..... | 36 |
| Gambar 4. 5 Tampilan serial monitor pengujian relay Suhu naik.....                            | 38 |
| Gambar 4. 6 Tampilan serial monitor pengujian relay Suhu Turun .....                          | 39 |
| Gambar 4. 7 Pengujian MQTT (a) Tampilan serial monitor .....                                  | 40 |
| Gambar 4. 7 Pengujian MQTT (b)tampilan MQTT explorer .....                                    | 40 |
| Gambar 4. 7 Pengujian MQTT (c) Pengujian IoT Kita.....                                        | 40 |
| Gambar 4. 8 Pengujian Google Sheet (a)Tampilan serial monitor .....                           | 41 |
| Gambar 4. 8 Pengujian Google Sheet (b) Tampilan Google Sheet.....                             | 41 |
| Gambar 4. 9 Tampilan serial monitor pengujian Fail Safe .....                                 | 41 |
| Gambar 4. 10 Tampilan serial monitor FreeRTOS dengan koneksi WiFi.....                        | 43 |
| Gambar 4. 11 Tampilan serial monitor Logika Konvensional dengan koneksi WiFi .....            | 44 |
| Gambar 4. 12 Tampilan serial monitor FreeRTOS tanpa koneksi WiFi .....                        | 46 |
| Gambar 4. 13 Tampilan serial monitor Logika Konvensional tanpa koneksi WiFi .                 | 48 |
| Gambar 4. 14 Hasil Keseluruhan Sistem (a) Tampilan Dashboard IoT Kita .....                   | 49 |
| Gambar 4. 14 Hasil Keseluruhan Sistem (b) Tampilan Google Sheet .....                         | 49 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 .....                                  | 62 |
| Lampiran 2 Kartu Bimbingan Skripsi .....          | 63 |
| Lampiran 3 Kartu Bimbingan Skripsi .....          | 64 |
| Lampiran 4 Surat Tanda Terima Kerja Praktek ..... | 65 |

## Lampiran 2 Kartu Bimbingan Skripsi



KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM "45" BEKASI

Nama Mahasiswa : Ahmad Maulana Yusuf  
 NPM : 41187003220004  
 Program Studi : teknik Elektro  
 Judul Tugas Akhir / Skripsi : Rancang bangun Sistem kontrol akses  
M-II - Stage Berbasis FreeRTOS Dual-Core esp32  
 Dosen Pembimbing I : Muhammad Ilyas Siki  
 Dosen Pembimbing II : Sri Marini

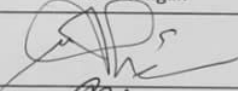
| NO | HARI, TANGGAL                    | CATATAN                                                             | PARAF DOSEN        |
|----|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1  | <u>Senin</u><br><u>16/04/26</u>  | <u>Judul &amp; proposal</u>                                         | <u>[Signature]</u> |
| 2  | <u>Senin</u><br><u>20/04/26</u>  | <u>Bab I. Rumus modul &amp; fitur</u>                               | <u>[Signature]</u> |
| 3  | <u>Senin</u><br><u>27/04/26</u>  | <u>Bab II. Renda teori sensor</u><br><u>alat yg dibuat</u>          | <u>[Signature]</u> |
| 4  | <u>Selasa</u><br><u>27/05/26</u> | <u>Bab III. Metodologi penelitian</u><br><u>diagram alir</u>        | <u>[Signature]</u> |
| 5  | <u>Jumat</u><br><u>19/06/26</u>  | <u>Bab III. Pengujian apa aja</u><br><u>yg dilakukan</u>            | <u>[Signature]</u> |
| 6  | <u>Senin</u><br><u>20/07/26</u>  | <u>Bab IV. Hasil yg di peroleh</u><br><u>dan gambar &amp; tabel</u> | <u>[Signature]</u> |
| 7  | <u>Senin</u><br><u>23/07/26</u>  | <u>Bab IV. Pembahasan &amp; kesimpulan</u>                          | <u>[Signature]</u> |
| 8  | <u>Senin</u><br><u>27/07/26</u>  | <u>Bab V. Kesimpulan &amp; saran</u>                                | <u>[Signature]</u> |
| 9  | <u>Selasa</u><br><u>28/07/26</u> | <u>Ace &amp; sumber</u>                                             | <u>[Signature]</u> |
| 10 |                                  |                                                                     |                    |

## Lampiran 3 Kartu Bimbingan Skripsi

| NO | HARI, TANGGAL | CATATAN       | PARAF DOSEN                                                                          |
|----|---------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | 16-4-2026     | Modul + Bab 1 |   |
| 12 | 21-4-2026     | Bab 1         |   |
| 13 | 29-4-2026     | Bab 1-2       |   |
| 14 | 17-6-2026     | Bab 2-3       |   |
| 15 | 21-7-2026     | Bab 3-4       |   |
| 16 | 24-7-2026     | Bab 4         |   |
| 17 | 27-7-2026     | Bab 5         |   |
| 18 | 28-7-2026     | Ace           |  |

**Catatan :** 1. Bimbingan Laporan Tugas Akhir / Skripsi Minimal 8 kali.  
 2. Buku Referensi minimal 5 diambil dari perpustakaan Fakultas atau Universitas dan ditunjukkan saat sidang Tugas Akhir / Skripsi.

Disetujui Untuk Mengikuti Ujian Sidang

|                                      | Tanggal      | Tanda Tangan                                                                          |
|--------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Pembimbing I<br>Muhammad Iqbal Siki, | 28 Juli 2026 |   |
| Pembimbing II<br>Sri Marini          | 28 Juli 2026 |  |

Bekasi, 28 Juli 2026

Ketua Program Studi,

