

**ANALISIS SISTEM MONITORING PADA KUALITAS AIR KOLAM  
BERDASARKAN SUHU BERBASIS *INTERNET OF THINGS*  
DI TANI MULYA PLAJU**



**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan  
Pada Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya

**OLEH**

**NUR ALIF ZAKI BIBROSI**

**061940341937**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS SISTEM MONITORING PADA KUALITAS AIR KOLAM  
BERDASARKAN SUHU BERBASIS *INTERNET OF THINGS*  
DI TANI MULYA PLAJU**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan  
Pada Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh:

**NUR ALIF ZAKI BRBROSI**

061940341937

Melayu, S.T., M.Kom.

Pembimbing I

**Yudi Wilanarko, S.T., M.T.**  
NIP. 196705111997031005

Pembimbing II

**Selamat Mublitu, S.T., M.Kom.**  
NIP. 197907222008011007

Mengesahkan,

Ketua Jurusan  
Teknik Elektro



**Ir. Iskandar Lutfi, M.T.**  
NIP. 196504291991031002

Koordinator Program Studi  
Sarjana Terapan Teknik Elektro

**Masayu Anisah, S.T., M.T.**  
NIP. 197012281993032001

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Alif Zaki Bibrosi  
NIM : 061940341937  
Judul : Analisis Sistem Monitoring Pada Kualitas Air Kolam Berdasarkan Suhu Berbasis *Internet of Things* di Tani Mulya Plaju.

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi pembimbing I dan pembimbing II dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, September 2023

[Nur Alif Zaki Bibrosi]

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE – PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Alif Zaki Bibrosi  
NIM : 061940341937  
Judul : Analisis Sistem Monitoring Pada Kualitas Air Kolam Berdasarkan Suhu Berbasis *Internet of Things* di Tani Mulya Plaju.

Memberikan izin kepada pembimbing Tugas Akhir dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun saya tidak memublikasi karya saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing Tugas Akhir sebagai penulis Korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar san tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, September 2023

  
Nur Alif Zaki Bibrosi  
NIM. 061940341937

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

“Mungkin bukan hari ini, mungkin bukan hari esok dan juga mungkin tidak bulan depan tapi suatu hal yang pasti terjadi saya akan jadi juara suatu hari nanti, Saya berjanji” – Brandon Moreno

“Tidak ada mimpi yang gagal yang ada hanyalah mimpi yang tertunda Cuma sekiranya teman-teman merasa gagal mencapai mimpi, jangan khawatir mimpi-mimpi lain bisa dicapai” – Brando Franco Windah

### PERSEMBAHAN

#### *Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk:*

- ❖ Kedua orang tua yang dengan tulus, ikhlas, dan tak kenal Lelah dalam memberikan doa terbaik dan juga dukungan baik moril maupun materil
- ❖ Putri Sabrina Bibrosi dan Keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan dan doa terbaik demi kelancaran penulis selama menempuh Pendidikan di Politeknik Negeri Sriwijaya
- ❖ Kedua dosen pembimbing yang telah menuntun, memberikan arahan, kritik, saran dan dukungan, serta meluangkan waktu untuk konsultasi Tugas Akhir ini
- ❖ Sapandu Yanuari dia seorang sahabat, yang selalu disamping saya memberikan support, memberikan dukungannya. Telah wafat kemarin 21-07-2022. Terimakasih sahabat 20 tahun kita menjalani pertemanan ini, semoga tenang di alam sana Aamiin
- ❖ Rekan Seperjuangan Angkatan 2019 Sarjana Terapan Teknik Elektro, Khususnya 8 ELA
- ❖ Teman-teman yang di balik penulisan ini, terimakasih banyak buat kalian
- ❖ Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini baik berupa tenaga dan pikiran yang tidak dapat disebutkan satu persatu
- ❖ Terutama teman-teman Grup Pejabat penting dan Pejuang Lulus Thanks to all of you.

## ABSTRAK

### ANALISIS SISTEM MONITORING PADA KUALITAS AIR KOLAM BERDASARKAN SUHU BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DI TANI MULYA PLAJU

(2023 : xvii + 63 Halaman + 45 Gambar + 10 Tabel + 8 Lampiran)

---

**NUR ALIF ZAKI BIBROSI**

**061940341937**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Kualitas air kolam merupakan faktor penting dalam memastikan kesehatan dan keberlanjutan organisme didalamnya. Penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memungkinkan pengembangan sistem monitoring yang canggih dan efektif untuk memantau kualitas air secara *real-time*. Salah satu parameter penting yang perlu dipantau adalah suhu air kolam, karena suhu yang tidak stabil dapat memiliki dampak negatif pada organisme akuatik. Agar mendapatkan ikan yang berkualitas baik dan bebas penyakit pada waktu normal, untuk suhu yang optimal bibit ikan lele berkisar 28°C – 30°C. Pemantauan manual atau menggunakan alat ukur termometer ini masih sangat tradisional dan terbatas pada kemampuan pengawas untuk melakukan pemantauan secara terus-menerus dan dapat menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi perubahan suhu yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis terhadap sistem monitoring kualitas air kolam berdasarkan suhu dengan memanfaatkan teknologi IoT. Sistem yang diusulkan menggunakan sensor suhu DS18B20 yang terhubung secara nirkabel ke jaringan IoT. Data suhu yang dikumpulkan secara real-time akan diunggah ke firebase untuk penyimpanan dan analisis lebih lanjut. Melalui pengembangan sistem monitoring kualitas air kolam berbasis IoT ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan kehandalan dalam pemantauan kualitas air kolam. Dan setelah melakukan pengujian Pada alat pengendali suhu air pada kolam ikan menggunakan sensor DS18B20 dan termometer, sensor suhu serta alat thermometer ini memiliki tingkat persentasenya, yaitu: persentase rata-rata *error* 1,40% dengan nilai akurasi pada sensor yang digunakan sebesar 98,60%.

**Kata Kunci:** Suhu, Sensor, Internet of Things, Monitoring, Kualitas Air

## ***ABSTRACT***

### **ANALYSIS OF MONITORING SYSTEM ON POOL WATER QUALITY BASED ON INTERNET OF THINGS AT TANI MULYA PLAJU**

**(2023 : xvii + 63 Pages + 45 Pictures + 10 Tables + 8 Attachment)**

---

**NUR ALIF ZAKI BIBROSI**

**061940341937**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

The quality of pond water is an important factor in ensuring the health and sustainability of the organisms within it. The use of Internet of Things (IoT) technology has enabled the development of sophisticated and effective monitoring systems to monitor water quality in real-time. One important parameter that needs to be monitored is the temperature of the pond water, as unstable temperatures can have a negative impact on aquatic organisms. In order to obtain good quality and disease-free fish at normal times, the optimal temperature for catfish fry is between 28°C - 30°C. Manual monitoring or using thermometer measuring instruments is still very traditional and limited to the ability of supervisors to carry out continuous monitoring and can cause delays in detecting significant temperature changes. This research aims to analyze the monitoring system of pool water quality based on temperature by utilizing IoT technology. The proposed system uses a DS18B20 temperature sensor that is wirelessly connected to the IoT network. The temperature data collected in real-time will be uploaded to firebase for storage and further analysis. Through the development of this IoT-based pool water quality monitoring system, it is expected to increase efficiency and reliability in monitoring pool water quality. And after testing the water temperature control device in a fish pond using a DS18B20 sensor and thermometer, this temperature sensor and thermometer device has a percentage level, namely: average percentage error of 1.40% with an accuracy value on the sensor used of 98.60%.

**Keywords:** Temperature, Sensor, Internet of Things, Monitoring, Water Quality

## **DAFTAR ISI**

|  |             |
|--|-------------|
| <b>TUGAS AKHIR .....</b>   | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR ....Error! Bookmark not defined.</b> |             |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ...Error! Bookmark not defined.</b> |             |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE – PUBLIKASI.....</b>              | <b>iii</b>  |
| <b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>                                      | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>   | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>   | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>  | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>  | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>   | <b>xiv</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>   | <b>xv</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 dan Manfaat.....  | 3           |
| 1.4.1 Tujuan .....   | 3           |
| 1.4.2 Manfaat .....  | 4           |
| 1.5 Metode Penulisan .....   | 4           |
| 1.5.1 Metode Literatur.....  | 4           |
| 1.5.2 Metode Wawancara.....  | 4           |
| 1.5.3 Metode Observasi.....  | 4           |
| 1.6 Sistematika Penulisan.....   | 5           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                    | <b>6</b>    |
| 2.1 Penelitian Sebelumnya ( <i>State of the Art</i> ) .....            | 6           |
| 2.2 Sistem <i>Monitoring</i> .....                                     | 9           |
| 2.3 Human Machine Interface (HMI).....                                 | 9           |
| 2.4 Sensor .....   | 12          |
| 2.4.1 Klasifikasi Sensor Berdasarkan Fungsi dan Penggunaanya.....      | 12          |
| 2.4.2 Sensor Suhu DS18B20.....   | 12          |



|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 2.5  | Heater Listrik.....                                       | 15        |
| 2.6  | Relay.....  | 16        |
| 2.6  | RTC DS1307 .....  | 17        |
| 2.7  | Mikrokontroler .....                                      | 19        |
| 2.7.1                                      | Arduino Mega2560 .....                                    | 21        |
| 2.7.2                                      | NodeMCU ESP8266 .....                                     | 23        |
| 2.8  | Internet of Things (IoT).....                             | 24        |
| 2.9  | Firestore .....   | 25        |
| 2.10                                       | Android Studio.....                                       | 26        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b> |   | <b>29</b> |
| 3.1  | Kerangka Tugas Akhir .....                                | 29        |
| 3.1.1                                      | Persiapan Umum .....                                      | 30        |
| 3.1.2                                      | Pembuatan Alat .....                                      | 30        |
| 3.1.3                                      | Pengujian Alat.....                                       | 30        |
| 3.1.4                                      | Evaluasi.....   | 30        |
| 3.2  | Desain dan Perancangan Sistem.....                        | 30        |
| 3.2.1                                      | Diagram Blok Sistem .....                                 | 30        |
| 3.2.2                                      | <i>Flowchart</i> Sistem .....                             | 32        |
| 3.3  | Perancangan Elektrical .....                              | 35        |
| 3.3.1                                      | Diagram Rangkaian.....                                    | 35        |
| 3.3.2                                      | Skematik Rangkaian <i>Layout</i> keseluruhan .....        | 40        |
| 3.4  | Perancangan Mekanik .....                                 | 42        |
| 3.4.1                                      | Desain Kolam ikan.....                                    | 43        |
| 3.5  | Perancangan Software .....                                | 43        |
| 3.5.1                                      | Pembuatan <i>User Interface</i> pada Android Studio ..... | 44        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>   |   | <b>48</b> |
| 4.1  | <i>Overview</i> Pengujian.....                            | 48        |
| 4.1.1                                      | Tujuan Pembahasan dan Pengajian Alat .....                | 48        |
| 4.1.2                                      | Alat-alat Pendukung Pengukuran.....                       | 48        |
| 4.2  | Data Pengujian .....                                      | 49        |
| 4.2.1                                      | Data Pengujian Sensor Suhu DS18B20 .....                  | 49        |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 4.2.2                                   | Data Pengujian Sensor dalam Kondisi Suhu di Lingkungan Kolam<br>51 |           |
| 4.2.3                                   | Data Pengujian Heater.....   | 54        |
| 4.3                                     | Analisa Monitoring Suhu Air Kolam Ikan dengan IoT Android Studio   | 54        |
| 4.4                                     | Analisa Hasil Pengujian .....                                      | 56        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |  | <b>59</b> |
| 5.1                                     | Kesimpulan.....  | 59        |
| 5.2                                     | Saran.....   | 59        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             |  | <b>60</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    |  | <b>63</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 2.1</b> HMI Display NX4832T035 .....   | 10 |
| <b>Gambar 2.2</b> Papan Catu Daya HMI Display .....  | 10 |
| <b>Gambar 2.3</b> Rangkaian DS18B20 .....  | 13 |
| <b>Gambar 2.4</b> Sensor Suhu DS18B20 .....  | 13 |
| <b>Gambar 2.5</b> Sensor DS18B20 Nonwaterproof dan Waterproof.....   | 14 |
| <b>Gambar 2.6</b> Bentuk Fisik Heater Skala Kecil.....   | 15 |
| <b>Gambar 2.7</b> Bentuk dan Simbol Relay .....  | 16 |
| <b>Gambar 2.8</b> Modul relay 5 Volt .....   | 17 |
| <b>Gambar 2.9</b> Normally open dan normally close.....  | 17 |
| <b>Gambar 2.10</b> Tampilan muka dan belakang dari RTC DS1307.....   | 18 |
| <b>Gambar 2.11</b> Diagram sirkuit dari RTC DS1307 .....   | 18 |
| <b>Gambar 2.12</b> Diagram Blok dan Struktur Mikrokontroler.....   | 19 |
| <b>Gambar 2.13</b> Arduino Mega 2560 Pinout .....  | 22 |
| <b>Gambar 2.14</b> Nodemcu ESP8266.....  | 23 |
| <b>Gambar 2.15</b> Spesifikasi Pin nodemcu.....  | 24 |
| <b>Gambar 2.16</b> Konsep Of Things.....   | 25 |
| <b>Gambar 2.17</b> Firebase.....   | 26 |
| <b>Gambar 2.18</b> Android Studio .....  | 28 |
| <b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian.....   | 29 |
| <b>Gambar 3.2</b> Diagram Perencanaan Sistem .....   | 31 |
| <b>Gambar 3.3</b> Flowchart Program .....  | 33 |
| <b>Gambar 3.4</b> Flowchart Sensor DS18B20 .....   | 34 |
| <b>Gambar 3.5</b> Arduino Mega yang diinterface dengan ESP8266.....  | 35 |
| <b>Gambar 3.6</b> Rangkaian Arduino Mega2560 Interface ESP8266 dengan Sensor Suhu DS18B20.....                 | 36 |
| <b>Gambar 3.7</b> Rangkaian Arduino Mega2560 Interface ESP8266 dengan Sensor Suhu DS18B20, dan Lcd (HMI) ..... | 37 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Gambar 3.8</b> Rangkaian Arduino Mega2560 Interface ESP8266 dengan Sensor Suhu DS18B20, Lcd (HMI), dan RTC DS1307 .....        | 38 |
| <b>Gambar 3.9</b> Rangkaian Arduino Mega2560 Interface ESP8266 dengan Sensor Suhu DS18B20, Lcd (HMI), RTC DS1307, dan Heater..... | 39 |
| <b>Gambar 3.10</b> Skematik Rangkaian Pengendali Suhu Air kolam Ikan, IoT, dan Keseluruhan.....                                   | 40 |
| <b>Gambar 3.11</b> Layout Rangkaian Pengontrol Suhu .....   | 41 |
| <b>Gambar 3.12</b> Layout Komponen Board .....  | 41 |
| <b>Gambar 3.13</b> Kontruksi Atau Design Pakan Ikan Berbasis IoT dan Sel Surya...   | 42 |
| <b>Gambar 3.14</b> Desain Kolam ikan Beserta Alat Sistem Monitoring Suhu Air.....   | 43 |
| <b>Gambar 3.15</b> Komunikasi Arduino dengan ESP8266.....   | 44 |
| <b>Gambar 3.16</b> Program ESP8266.....   | 44 |
| <b>Gambar 3.17</b> Komunikasi Firebase Realtime Database .....  | 45 |
| <b>Gambar 3.18</b> Hasil data dari sensor suhu DS18B20 dan ESP8266 di Firebase..  | 46 |
| <b>Gambar 3.19</b> Program Firebase pada aplikasi Android studio.....   | 46 |
| <b>Gambar 3.20</b> Tampilan design aplikasi Android studio.....   | 47 |
| <b>Gambar 3.21</b> Tampilan Android studio terhubung ke Android Handphone .....   | 47 |
| <b>Gambar 4.1</b> Hasil Pemantauan Tingkat Suhu.....  | 51 |
| <b>Gambar 4.2</b> Grafik Suhu lingkungan.....   | 52 |
| <b>Gambar 4.3</b> Grafik perbedaan Pengujian Peneliti dan Pengujian Sebelumnya...   | 57 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabel 2.1</b> State of the Art Penelitian Tentang Monitoring pada kualitas air kolam berdasarkan suhu berbasis Internet of Things ..... | 6  |
| <b>Tabel 2.2</b> Spesifikasi HMI Display NX4832T035 .....  | 10 |
| <b>Tabel 2.3</b> Karakteristik HMI Display NX4832T035.....   | 11 |
| <b>Tabel 2.4</b> Fitur Memori HMI Display NX4832T035 .....   | 12 |
| <b>Tabel 2.5</b> Spesifikasi Pada Sensor Suhu DS18B20[22] .....  | 14 |
| <b>Tabel 2.6</b> Spesifikasi Arduino Mega 2560 .....   | 21 |
| <b>Tabel 4.1</b> Pengujian Sensor Suhu .....   | 49 |
| <b>Tabel 4.2</b> Hasil Uji Kondisi Suhu di lingkungan Kolam .....  | 51 |
| <b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengujian Sistem Pengendali Suhu pada Air Kolam.....  | 54 |
| <b>Tabel 4.4</b> Hasil Pengujian Peneliti dan Pengujian Sebelumnya.....  | 56 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|  |    |
|--|----|
| <b>Lampiran 1</b> Rekomendasi Sidang .....                         | 63 |
| <b>Lampiran 2</b> LoA (Letter of Acceptance).....                  | 64 |
| <b>Lampiran 3</b> Lembar Bimbingan Tugas Akhir Pembimbing I .....  | 65 |
| <b>Lampiran 4</b> Lembar Bimbingan Tugas Akhir Pembimbing II.....  | 68 |
| <b>Lampiran 5</b> Data Sheet Sensor Suhu DS18B20 .....             | 70 |
| <b>Lampiran 6</b> Data Sheet Heater .....                          | 75 |
| <b>Lampiran 7</b> Foto Dokumentasi.....                            | 77 |
| <b>Lampiran 8</b> Pelaksanaan Revisi Laporan Tugas Akhir (TA)..... | 81 |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Sistem Monitoring Pada Kualitas Air Kolam Berdasarkan Suhu Berbasis *Internet of Things* di Tani Mulya Plaju”**. Penulisan laporan ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak pada masa perkuliahan saya sampai pada penyusunan ini, sangat sulit bagi saya untuk dapat menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya;
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya;
3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya;
4. Ibu Masayu Anisah, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya, dan;
5. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. Selaku Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan masukkan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir;
6. Bapak Selamat Muslimin, S.T., M. Kom. Selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukkan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir;
7. Seluruh Dosen, Staf, dan Instruktur pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya;
8. Orang tua, saudara, dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan baik secara moril dan materil;
9. Sahabat dan teman-teman “FAMILY GANG MULIA” yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Laporan Penelitian Tugas Akhir ini, dengan support yang mereka berikan kepada saya.

10. “PEJUANG LULUS” Muhammad Rafly, Sandy zakasuh, dan Akhmad Firly Akbar yang telah menjadi teman diskusi dan bertukar pikiran sejak awal perkuliahan sampai proses penulisan Tugas Akhir ini.
11. Rekan Seperjuangan Angkatan 2019 D4 Teknik Elektro, Khususnya 8ELA.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, saya menyadari bahwa masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, saya sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan dalam penulisan ini. Akhir kata, saya ucapkan terima kasih semua pihak yang telah membantu, baik dalam penyusunan laporan ini maupun masukan yang telah diberikan dalam bentuk kritik dan saran yang membangun. Semoga Laporan Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Palembang, September 2022

Penulis