



**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA  
REAL-TIME BERBASIS ESP32 DAN IOT DENGAN SENSOR MQ135,  
DHT22, DAN DSM501A**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada  
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro**

**Disusun Oleh:**

Ermasa Cintana Indah Sitopu

40040621650005

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**2025**

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

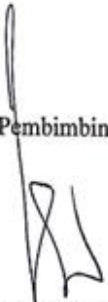
**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA REAL-  
TIME BERBASIS ESP32 DAN IOT DENGAN SENSOR MQ135, DHT22, DAN  
DSM501A**

Diajukan Oleh:

**Ermasa Cintana Indah Sitopu**

NIM. 40040621650005

Dosen Pembimbing,

  
**Arkhan Subari, S.T., M.Kom.**

NIP. 197710012001121002

Tanggal 08 Juli 2025

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro

  
**Arkhan Subari, S.T., M.Kom.**

NIP. 197710012001121002

Tanggal 08 Juli 2025

## HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA REAL-  
TIME BERBASIS ESP32 DAN IOT DENGAN SENSOR MQ135, DHT22, DAN  
DSM501A

Diajukan Oleh: Ermasa Cintana Indah Sitopu  
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada

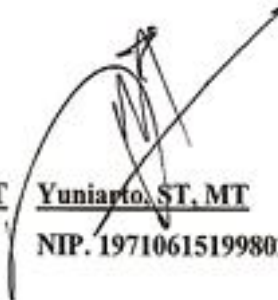
Hari: Senin  
Tanggal: 07 Juli 2025

Penguji I



Fakhruddin Mangkusasmitho, ST, MT  
NIP. 198908202019031012

Penguji II



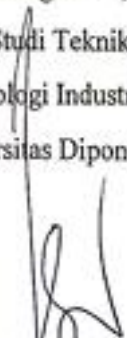
Yuniarto, ST, MT  
NIP. 197106151998021001

Penguji III



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.  
NIP. 197710012001121002

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.  
NIP. 197710012001121002

### LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ermasa Cintana Indah Sitopu

NIM : 40040621650005

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen  
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas  
Diponegoro

Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA REAL-TIME BERBASIS ESP32 DAN IOT DENGAN SENSOR MQ135, DHT22, DAN DSM501A

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul tugas akhir ini belum pernah diajukan sebelumnya untuk mendapatkan gelar keahlian di sebuah perguruan tinggi. Se jauh pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang saya rujuk secara tertulis dalam naskah ini dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia mendapat sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI. No.17 Tahun 2010 dan Undang-Undang yang berlaku.

Semarang, 20 Juni 2025

Yang membuat Pernyataan



Ermasa Cintana Indah Sitopu  
NIM. 40040621650005

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk

1. Keluarga saya khususnya Alm. Papa, Mama dan adik – adik terkasih yang telah memberi doa dan dukungan kepada penulis untuk selalu semangat menjalani masa pendidikan hingga tuntas.
2. Bapak Arkhan Subari, S.T.,M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
3. Seluruh dosen dan tenaga pendidik yang sudah memberi pengarahan selama menjalani masa pendidikan di Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Rekan – rekan seperbimbingan tugas akhir saya, serta rekan – rekan Teknik Listrik Industri 2021 lainnya.
5. Seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
6. Serta, untuk diri saya sendiri yang telah bertahan dan terus berjuang tanpa lelah hingga tersusunnya Tugas Akhir ini.

## ABSTRAK

Kualitas udara yang semakin menurun akibat aktivitas manusia seperti pembakaran, transportasi, dan industri menimbulkan risiko kesehatan serius, terutama bagi sistem pernapasan manusia. Gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), amonia ( $\text{NH}_3$ ), serta partikel debu halus ( $\text{PM}_{2.5}$ ) tidak dapat dideteksi secara langsung oleh manusia dan memiliki potensi risiko kesehatan, sehingga diperlukan sistem pemantauan kualitas udara secara real-time untuk mencegah dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantauan kualitas udara berbasis ESP32 dan Internet of Things (IoT) yang mampu mendeteksi konsentrasi  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ , suhu, dan kelembapan secara real-time. Sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi akurat dan kontinu mengenai kondisi udara di lingkungan sekitar. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, observasi, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian sistem. Sistem dirancang dengan mengintegrasikan sensor MQ135 (untuk  $\text{CO}_2$  dan  $\text{NH}_3$ ), DHT22 (untuk suhu dan kelembapan), DSM501A (untuk  $\text{PM}_{2.5}$ ), dan modul RTC DS3231 pada mikrokontroler ESP32. Data hasil pengukuran ditampilkan secara real-time melalui display dot matriks dan disimpan di platform cloud Arduino IoT Cloud untuk analisis lebih lanjut. Sistem yang dibangun mampu memantau dan mengukur konsentrasi  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ , suhu, dan kelembapan secara bersamaan dengan tingkat akurasi yang memadai. Pengujian menunjukkan rata-rata error sensor  $\text{CO}_2$  sebesar 1,82%, sensor suhu 3,33%, kelembapan 0%, dan  $\text{PM}_{2.5}$  sebesar 8,17% dibanding alat ukur komersial. Sistem pemantauan kualitas udara berbasis ESP32 dan IoT yang dikembangkan telah berhasil berfungsi dengan baik, memberikan data akurat secara real-time, serta memudahkan pemantauan dan penyimpanan data untuk analisis lebih lanjut. Sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk fitur notifikasi otomatis dan peningkatan kapasitas data logger.

**Kata kunci:** Kualitas udara, ESP32, *Internet of Things* (IoT), Pemantauan real-time, sensor gas

## ABSTRACT

*The decline in air quality due to human activities such as combustion, transportation, and industry poses serious health risks, especially to the human respiratory system. Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), ammonia (NH<sub>3</sub>), and fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) cannot be directly detected by humans and pose potential health risks, necessitating a real-time air quality monitoring system to prevent negative impacts on health and the environment. This study aims to design and develop an air quality monitoring system based on ESP32 and the Internet of Things (IoT), capable of detecting real-time concentrations of CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, temperature, and humidity. The system is expected to provide accurate and continuous information regarding the air conditions in the surrounding environment. The methods employed include literature review, observation, hardware and software design, as well as system testing. The system integrates MQ135 sensors (for CO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub>), DHT22 (for temperature and humidity), DSM501A (for PM<sub>2.5</sub>), and the RTC DS3231 module on an ESP32 microcontroller. Measurement data are displayed in real-time via a dot matrix display and stored on the Arduino IoT Cloud platform for further analysis. The developed system is capable of monitoring and measuring CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, temperature, and humidity simultaneously with adequate accuracy. Testing showed average sensor errors of 1.82% for CO<sub>2</sub>, 3.33% for temperature, 0% for humidity, and 3.67% for PM<sub>2.5</sub> compared to commercial measuring instruments. The ESP32 and IoT-based air quality monitoring system functions well, providing accurate real-time data, facilitating monitoring and data storage for further analysis. This system can be further developed to include automatic notification features and increased data logger capacity.*

**Keywords:** *Air quality, ESP32, Internet of Things (IoT), Real-time monitoring, Gas sensor*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas karunia yang telah diberikannya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA REAL-TIME BERBASIS ESP32 DAN IOT DENGAN SENSOR MQ135, DHT22, DAN DSM501A” sebagai salah satu syarat bagi penulis dalam menyelesaikan program studi Sarjana Terapan di Teknik Listrik Industri Universitas Diponegoro.

Laporan Tugas Akhir ini disusun dengan harapan menambah kreativitas dan pengetahuan yang baik bagi penulis maupun pembaca laporan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini tidak dapat tersusun tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak berupa material maupun moral. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu selama penulis melakukan kerja praktik, yaitu kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi rahmat dan berkat - Nya.
2. Bapak Alm. Maskun Sitopu yang penulis rindukan dan juga Ibu Era Listara Haloho selaku Orang Tua yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, serta adik – adik saya yang terkasih yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
3. Prof Dr.Ir. Budiyono, M. Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari S.T., M.Kom, selaku kepala program studi STR - Teknik listrik Industri, Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, sekaligus dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Rekan – Rekan Teknik Listrik Industri 2021 beserta seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas AKhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
6. Serta, untuk diri saya sendiri yang telah bertahan dan terus berjuang tanpa lelah hingga tersusunnya Laporan Tugas Akhir ini.

Penuh dengan kesadaran diri, bahwasanya Laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kekhilafan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan berupa saran, dan kritik yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan laporan ini. Besar harapan agar laporan ini dapat bermanfaat bagi pribadi penulis, khususnya bagi pembaca pada umumnya. Demikian yang dapat penulis sampaikan, terima kasih.

Semarang, 30 Juni 2025

A stylized, handwritten signature in black ink, appearing to read 'Gita' or similar, with a large initial 'G' and a long horizontal stroke.

**Ermasa Cintana Indah Sitopu**

## DAFTAR ISI

|                                                     |                                     |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR....                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| HALAMAN PERSEMBAHAN.....                            | iv                                  |
| ABSTRAK .....                                       | v                                   |
| ABSTRACT .....                                      | vi                                  |
| KATA PENGANTAR .....                                | vii                                 |
| DAFTAR ISI .....                                    | ix                                  |
| DAFTAR TABEL .....                                  | xii                                 |
| DAFTAR GAMBAR .....                                 | xiv                                 |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                               | xvii                                |
| BAB I PENDAHULUAN .....                             | 1                                   |
| 1.1 Latar Belakang .....                            | 1                                   |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                         | 3                                   |
| 1.3 Tujuan Tugas Akhir .....                        | 3                                   |
| 1.4 Manfaat Tugas Akhir .....                       | 4                                   |
| 1.4.1 Manfaat Teoritis .....                        | 4                                   |
| 1.4.2 Manfaat Praktis .....                         | 4                                   |
| 1.5 Batasan Masalah .....                           | 4                                   |
| 1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir ..... | 6                                   |
| BAB II LANDASAN TEORI .....                         | 8                                   |
| 2.1 Tinjauan Pustaka .....                          | 8                                   |
| 2.2 Dasar Teori.....                                | 9                                   |
| 2.2.1 Kualitas Udara .....                          | 9                                   |
| 2.2.2 Sistem Pemantauan .....                       | 14                                  |
| 2.2.3 Sensor MQ-135 .....                           | 15                                  |
| 2.2.4 Sensor DHT-22 .....                           | 20                                  |
| 2.2.5 Sensor Debu DSM 501A .....                    | 22                                  |
| 2.2.6 Mikrokontroler .....                          | 25                                  |
| 2.2.7 ESP32 DEV KIT V1 .....                        | 25                                  |
| 2.2.8 Software Arduino Ide .....                    | 30                                  |

|                                               |                                            |           |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------|
| 2.2.9                                         | Arduino IOT Cloud.....                     | 34        |
| 2.2.10                                        | Dot Matriks Display P10 .....              | 51        |
| 2.2.11                                        | RTC DS3231.....                            | 53        |
| 2.2.12                                        | Catu Daya 5 Volt .....                     | 57        |
| <b>BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR .....</b>  |                                            | <b>60</b> |
| 3.1                                           | Metode Penyusunan Tugas Akhir .....        | 60        |
| 3.2                                           | Perancangan Perangkat Keras.....           | 60        |
| 3.2.1                                         | Diagram Blok.....                          | 61        |
| 3.2.2                                         | Cara kerja Blok Diagram .....              | 61        |
| 3.2.3                                         | Wiring Diagram .....                       | 63        |
| 3.2.3                                         | Rangkaian PSU 5V dengan ESP32.....         | 65        |
| 3.2.4                                         | Rangkaian DMD P10 dengan ESP32 .....       | 66        |
| 3.2.5                                         | Rangkaian MQ135 dengan ESP32.....          | 68        |
| 3.2.6                                         | Rangkaian DHT22 dengan ESP32.....          | 69        |
| 3.2.7                                         | Rangkaian DSM501 dengan ESP32 .....        | 70        |
| 3.2.8                                         | Rangkaian RTC DS3231 dengan ESP32 .....    | 71        |
| 3.2.9                                         | Desain 3 Dimensi Alat .....                | 72        |
| 3.3                                           | Perancangan Perangkat Lunak.....           | 74        |
| 3.3.1                                         | Flowchart .....                            | 74        |
| 3.3.2                                         | Cara Kerja Sistem .....                    | 75        |
| 3.3.3                                         | Perancangan Cloud (Arduino IOT Cloud)..... | 76        |
| <b>BAB IV PEMBUATAN ALAT .....</b>            |                                            | <b>78</b> |
| 4.1                                           | Pembuatan Prototipe .....                  | 78        |
| 4.2                                           | Alat dan Bahan.....                        | 79        |
| 4.3                                           | Pembuatan Perangkat Keras .....            | 80        |
| 4.3.1                                         | Perancangan Mekanik.....                   | 80        |
| 4.3.2                                         | Perancangan Alat .....                     | 81        |
| 4.3.3                                         | Perancangan PCB.....                       | 82        |
| 4.4                                           | Pembuatan Perangkat Lunak.....             | 82        |
| <b>BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT .....</b> |                                            | <b>94</b> |
| 5.1                                           | Prosedur Pengujian dan Pengukuran .....    | 94        |
| 5.1.1                                         | Langkah – langkah Pengujian.....           | 95        |
| 5.1.2                                         | Peralatan Pengujian.....                   | 95        |
| 5.2                                           | Pengujian dan Analisa Alat.....            | 96        |

|                      |                                                            |     |
|----------------------|------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.1                | Pengujian Sensor MQ135 .....                               | 96  |
| 5.2.2                | Pengujian Sensor DHT22 .....                               | 99  |
| 5.2.3                | Pengujian Sensor DSM501A .....                             | 100 |
| 5.3                  | Pengujian Tampilan DMD P10.....                            | 102 |
| 5.4                  | Pengujian Keseluruhan Sistem .....                         | 104 |
| 5.5                  | Pengujian Koneksi dan Kirim Data ke Arduino IOT Cloud..... | 106 |
| BAB VI PENUTUP ..... |                                                            | 113 |
| 6.1                  | Kesimpulan .....                                           | 113 |
| 6.2                  | Saran .....                                                | 114 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... |                                                            | 116 |
| LAMPIRAN .....       |                                                            | 118 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 2. 1 Keterangan Kategori Konsentrasi CO <sub>2</sub> [3].....              | 11  |
| Tabel 2. 2 Keterangan Konsentrasi PM 2.5 di udara[9].....                        | 13  |
| Tabel 2. 3 Spesifikasi sensor gas MQ-135[13] .....                               | 15  |
| Tabel 2. 4 Keterangan Pin Sensor MQ-135 .....                                    | 16  |
| Tabel 2. 5 Titik Potong Karbon Dioksida Berdasarkan Datasheet MQ135 .....        | 18  |
| Tabel 2. 6 Titik Potong Amonia Berdasarkan Datasheet MQ135 .....                 | 18  |
| Tabel 2. 7 Spesifikasi Sensor DHT-22[14] .....                                   | 21  |
| Tabel 2. 8 Keterangan Pin Sensor DHT-22[14].....                                 | 22  |
| Tabel 2. 9 Spesifikasi Sensor Debu DSM 501A[16] .....                            | 24  |
| Tabel 2. 10 Keterangan Pin Sensor Debu DSM 501A[16] .....                        | 24  |
| Tabel 2. 12 Konfigurasi Pin ESP32 DEVKIT V1[20][18] .....                        | 27  |
| Tabel 2. 13 Spesifikasi Modul RTC DS3231[23].....                                | 55  |
| Tabel 2. 14 Konfigurasi Pin RTC DS3231[23].....                                  | 56  |
| Tabel 2. 15 Spesifikasi Catu daya .....                                          | 59  |
| Tabel 3. 1 Konfigurasi Rangkaian PSU 5V dengan ESP32 .....                       | 65  |
| Tabel 3. 2 Konfigurasi Rangkaian PSU, DMD P10 dan ESP32 .....                    | 67  |
| Tabel 3. 3 Konfigurasi Rangkaian MQ135 dan ESP32 .....                           | 68  |
| Tabel 3. 4 Konfigurasi Rangkaian DHT22 dan ESP32.....                            | 69  |
| Tabel 3. 5 Konfigurasi Rangkaian DSM501A dan ESP32 .....                         | 70  |
| Tabel 3. 6 Konfigurasi Rangkaian ESP32 dan RTC DS3231 .....                      | 71  |
| Tabel 4. 1 Bahan Pembuatan Tugas Akhir.....                                      | 79  |
| Tabel 4. 2 Alat yang digunakan .....                                             | 80  |
| Tabel 4. 3 Tabel Kalibrasi Sensor DSM501A terhadap Nilai PM <sub>2.5</sub> ..... | 87  |
| Tabel 5. 1 Alat Ukur Kualitas Udara Komersial.....                               | 95  |
| Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Sensor MQ135 untuk Gas CO <sub>2</sub> .....          | 97  |
| Tabel 5. 3 Hasil Pengujian MQ135 untuk Gas NH <sub>3</sub> .....                 | 98  |
| Tabel 5. 4 Hasil Pengujian DHT22 untuk Suhu dan Kelembapan.....                  | 100 |
| Tabel 5. 5 Hasil Pengujian DSM501A untuk PM <sub>2.5</sub> .....                 | 101 |
| Tabel 5. 6 Keterangan Hasil Pengujian Keseluruhan sistem .....                   | 105 |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 5. 7 Hasil pengujian Koneksi dan Kirim data Arduino IoT Cloud ..... | 111 |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|

## DAFTAR GAMBAR

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Sensor Gas MQ-135[12], [13].....                | 16 |
| Gambar 2. 2 Contoh program MQ135 .....                      | 20 |
| Gambar 2. 3 Sensor DHT-22[14].....                          | 21 |
| Gambar 2. 4 Contoh Program DHT22 .....                      | 22 |
| Gambar 2. 5 Sensor DSM 501A[16].....                        | 23 |
| Gambar 2. 6 Skematik Sensor Debu DSM 501A[16] .....         | 23 |
| Gambar 2. 7 Contoh Program DSM501A.....                     | 25 |
| Gambar 2. 8 Board ESP32 DEVKIT[18].....                     | 27 |
| Gambar 2. 9 Contoh Program RTOS FREE32 .....                | 29 |
| Gambar 2. 10 Tampilan Sketch Arduino IDE.....               | 31 |
| Gambar 2. 11 Tampilan memilih preferences.....              | 32 |
| Gambar 2. 12 Menambahkan Tautan board pada Preferences..... | 32 |
| Gambar 2. 13 Menginstal Board .....                         | 33 |
| Gambar 2. 14 Menginstall Library .....                      | 33 |
| Gambar 2. 15 Memilih board dan port.....                    | 34 |
| Gambar 2. 16 Menyimpan program .....                        | 34 |
| Gambar 2. 17 Tampilan Platform Arduino IOT Cloud.....       | 35 |
| Gambar 2. 18 Tampilan Home Arduino IOT Cloud.....           | 35 |
| Gambar 2. 19 Tampilan Sebelum Buat Devices .....            | 37 |
| Gambar 2. 20 Tampilan untuk memilih Setup Device.....       | 37 |
| Gambar 2. 21 Tampilan Pemilihan Jenis Device dan Modul..... | 38 |
| Gambar 2. 22 Pemberian Nama Device .....                    | 38 |
| Gambar 2. 23 Download Data Device ID dan Secret Key.....    | 39 |
| Gambar 2. 24 Tampilan Devices yang sudah di tautkan.....    | 40 |
| Gambar 2. 25 Tampilan Things Arduino IOT Cloud.....         | 41 |
| Gambar 2. 26 Pemberian Nama Things .....                    | 41 |
| Gambar 2. 27 Rename Things.....                             | 42 |
| Gambar 2. 28 Tampilan ADD Variabel pada Things .....        | 42 |
| Gambar 2. 29 Tampilan Setup Things Arduino IOT Cloud.....   | 43 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 30 Tampilan Things dan Select Device.....                    | 44 |
| Gambar 2. 31 Set Up New Device .....                                   | 44 |
| Gambar 2. 32 Tampilan Configure Network Things .....                   | 45 |
| Gambar 2. 33 Form Pengisian Configure Network .....                    | 46 |
| Gambar 2. 34 Tampilan Setelah Mengisi Setup dan configure Device ..... | 46 |
| Gambar 2. 35 Tampilan Sketch Program .....                             | 47 |
| Gambar 2. 36 Tampilan Dashboard .....                                  | 48 |
| Gambar 2. 37 Rename Dashboard .....                                    | 48 |
| Gambar 2. 38 Tampilan sebelum ada variable .....                       | 49 |
| Gambar 2. 39 Tampilan ADD Dashboard.....                               | 49 |
| Gambar 2. 40 Tampilan LINK Variable .....                              | 50 |
| Gambar 2. 41 Tampilan Widgets Setting .....                            | 50 |
| Gambar 2. 42 Tampilan Dashboard setelah di create .....                | 51 |
| Gambar 2. 43 Contoh program Arduino IOT Cloud.....                     | 51 |
| Gambar 2. 44 DMD P10 Merah[22] .....                                   | 52 |
| Gambar 2. 45 Skematik DMD P10[22].....                                 | 52 |
| Gambar 2. 46 Contoh Kode Program DMD P10 .....                         | 53 |
| Gambar 2. 47 Modul RTC DS3231[23].....                                 | 53 |
| Gambar 2. 48 Skematik Modul RTC DS3231 .....                           | 54 |
| Gambar 2. 49 Diagram Blok modul RTC DS3231[23] .....                   | 55 |
| Gambar 2. 50 Contoh Program RTC DS3231 .....                           | 57 |
| Gambar 2. 51 Catu Daya 5V Switching.....                               | 58 |
| Gambar 2. 52 Skematik Power Supplay 5V 40A.....                        | 59 |
| Gambar 3. 1 Diagram Blok Alat .....                                    | 61 |
| Gambar 3. 2 Wiring Diagram Alat.....                                   | 63 |
| Gambar 3. 3 Wiring Diagram Alat dengan Tampilan Pin .....              | 64 |
| Gambar 3. 4 Rangkaian PSU 5V dengan ESP32 .....                        | 65 |
| Gambar 3. 5 Rangkaian PSU 5V - DMD P10 dengan ESP32 .....              | 66 |
| Gambar 3. 6 Rangkaian MQ135 dengan ESP32 .....                         | 68 |
| Gambar 3. 7 Rangkaian DHT22 dengan ESP32 .....                         | 69 |
| Gambar 3. 8 Rangkaian DSM501 dengan ESP32.....                         | 70 |

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 3. 9 Rangkaian RTC DS3231 dengan ESP32 .....                     | 71  |
| Gambar 3. 10 Desain 3D Tampak Depan .....                               | 72  |
| Gambar 3. 11 Desain 3D Tampak Panjang dan Lebar .....                   | 73  |
| Gambar 3. 12 Flowchart Sistem.....                                      | 74  |
| Gambar 3. 13 Perencanaan Layout Dashboard Arduino IoT Cloud .....       | 76  |
| Gambar 4. 1 Perancangan Frame Alat .....                                | 81  |
| Gambar 4. 2 Posisi Penempatan Komponen .....                            | 81  |
| Gambar 4. 3 Rancangan PCB.....                                          | 82  |
| Gambar 4. 4 Tampilan Awal Arduino IDE .....                             | 83  |
| Gambar 4. 5 Kalibrasi MQ 135 untuk Gas CO2 .....                        | 84  |
| Gambar 4. 6 Kalibrasi MQ135 untuk gas NH3 .....                         | 85  |
| Gambar 4. 7 Konfigurasi Sensor MQ135 .....                              | 86  |
| Gambar 4. 8 Kurva Linear Kalibrasi PM2.5 .....                          | 88  |
| Gambar 4. 9 Konfigurasi Sensor DSM501A .....                            | 89  |
| Gambar 4. 10 Konfigurasi Sensor DHT22.....                              | 90  |
| Gambar 4. 11 Konfigurasi RTC DS3231 .....                               | 91  |
| Gambar 4. 12 Konfigurasi Arduino IOT Cloud .....                        | 92  |
| Gambar 4. 13 Konfigurasi DMD P10 .....                                  | 93  |
| Gambar 5. 1 Tampilan Pada DMD P10 .....                                 | 103 |
| Gambar 5. 2 Tampilan DMD P10 ketika Parameter Melebihi Ambang Batas ... | 104 |
| Gambar 5. 3 Tampilan Pengujian IOT Cloud (Dashboard) .....              | 106 |
| Gambar 5. 4 Simbol Unduh pada Arduino IoT Cloud .....                   | 107 |
| Gambar 5. 5 Tampilan Download Historic data .....                       | 108 |
| Gambar 5. 6 Historic Data yang dikirim ke Email.....                    | 108 |
| Gambar 5. 7 Tampilan File Excel Gas CO2 .....                           | 110 |
| Gambar 5. 8 Grafik CO2 pada Dashboard Arduino IoT Cloud .....           | 111 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1. Program Rancang Bangun Alat di Arduino Ide..... | 118 |
| Lampiran 2. Proses Pembuatan.....                           | 137 |
| Lampiran 3. Wiring Diagram.....                             | 137 |
| Lampiran 4. DataSheet Komponen.....                         | 138 |