

**RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU DAN PERINGATAN  
KEBERSIHAN AC SPLIT DENGAN SENSOR DUST  
BERBASIS IOT**

**SKRIPSI**

**OLEH :  
RIDWAN ARRASYID  
21.812.0019**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 6/4/26

Access From (repositori.uma.ac.id)6/4/26

# **RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU DAN PERINGATAN KEBERSIHAN AC SPLIT DENGAN SENSOR DUST BERBASIS IOT**

## **SKRIPSI**



Diajukan sebagai salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

**OLEH :**  
**RIDWAN ARRASYID**  
**21.812.0019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 6/4/26

Access From (repositori.uma.ac.id)6/4/26

**LEMBAR PENGESAHAN**


Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Pemantau Dan Peringatan Kebersihan AC Split Dengan Sensor Dust Berbasis IoT

Nama : Ridwan Arrasyid


Npm : 21.812.0019

Fakultas : Teknik


Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

  
**Mhd. Fadlan Siregar, ST, MT, IPM**  
Pembimbing



  
**Supriatno, ST, MT**  
Dekan



  
**Habbu Satria, MT, M.Kom, IPM, ASEAN Eng**  
Ka. Prodi

Tanggal Lulus : 26 Agustus 2025

### HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 26 Agustus 2025



Ridwan Arrasyid  
NPM. 21.812.0019

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama : Ridwan Arrasyid  
NPM : 21.812.0019  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Rancang Bangun Alat Pemantau Dan Peringatan Kebersihan AC Split Dengan Sensor Dust Berbasis IoT”.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan  
Pada Tanggal : 26 Agustus 2025  
Yang Menyatakan



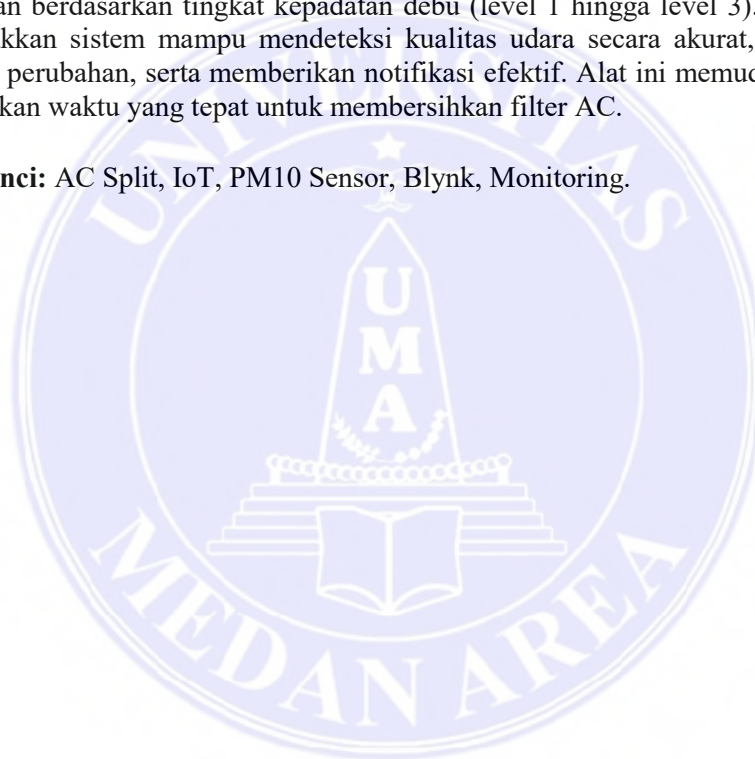
Ridwan Arrasyid

## ABSTRAK

**Ridwan Arrasyid. NPM 218120019. “Rancang Bangun Alat Pemantau Dan Peringatan Kebersihan AC Split Dengan Sensor Dust Berbasis IoT”. Dibimbing Oleh Mhd. Fadlan Siregar, ST, MT, IPM.**

AC (Air Conditioner) adalah perangkat elektronik yang umum digunakan untuk menjaga kenyamanan suhu ruangan. Filter AC yang kotor akibat akumulasi debu dapat menurunkan efisiensi, kualitas udara, dan meningkatkan konsumsi energi. Penelitian ini bertujuan merancang alat pemantau dan peringatan kebersihan AC split berbasis Internet of Things (IoT). Sistem menggunakan NodeMCU ESP32, sensor debu PM10, sensor suhu dan kelembaban BME280, layar OLED, LED RGB, dan buzzer. Data dari sensor dikirimkan ke aplikasi Blynk secara real-time melalui Wi-Fi, sehingga pengguna dapat memantau kondisi filter AC dari smartphone atau laptop. LED dan buzzer digunakan sebagai indikator peringatan berdasarkan tingkat kepadatan debu (level 1 hingga level 3). Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mendeteksi kualitas udara secara akurat, merespon cepat terhadap perubahan, serta memberikan notifikasi efektif. Alat ini memudahkan pengguna menentukan waktu yang tepat untuk membersihkan filter AC.

**Kata kunci:** AC Split, IoT, PM10 Sensor, Blynk, Monitoring.

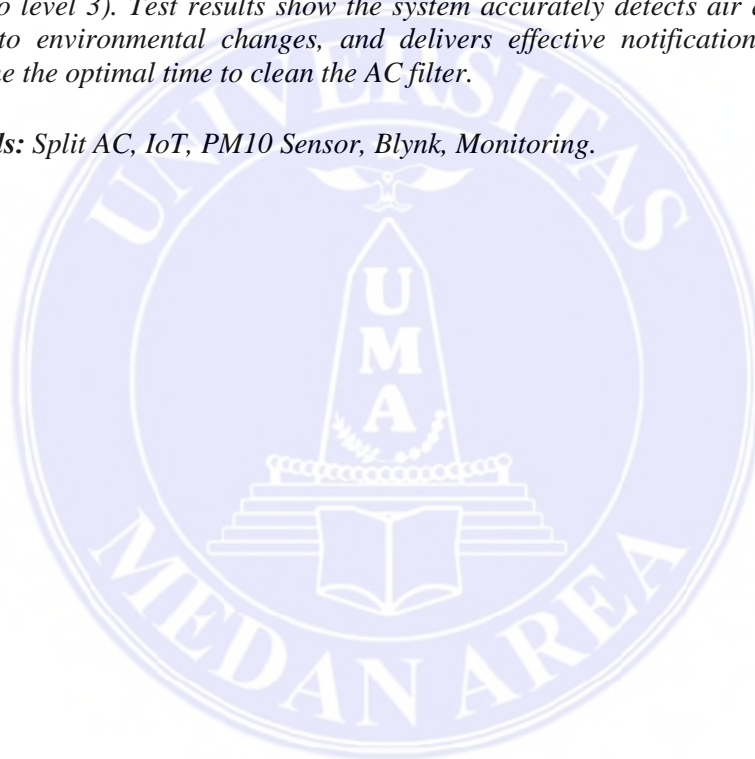


## ABSTRACT

**Ridwan Arrasyid. 218120019. "Design and Development of a Monitoring and Warning Device for Split AC Cleanliness Using a Dust Sensor Based on IoT". Supervised by Mhd. Fadlan Siregar, S.T., M.T., IPM.**

*Air conditioners (AC) are electronic devices commonly used to maintain room temperature comfort. However, dirty filters due to dust accumulation can reduce efficiency, degrade air quality, and increase energy consumption. This study aims to design a monitoring and alert system for split AC cleanliness using the Internet of Things (IoT). The system uses a NodeMCU ESP32, PM10 dust sensor, BME280 temperature and humidity sensor, OLED display, RGB LED, and buzzer. Sensor data is transmitted in real-time via Wi-Fi to the Blynk application, allowing users to monitor AC filter conditions through a smartphone or laptop. Visual indicators and buzzer alerts are triggered based on dust density levels (from level 1 to level 3). Test results show the system accurately detects air quality, responds quickly to environmental changes, and delivers effective notifications, helping users determine the optimal time to clean the AC filter.*

**Keywords:** Split AC, IoT, PM10 Sensor, Blynk, Monitoring.



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Rantauprapat Pada tanggal 09 Mei 2002 dari ayah Abdul Halim, S.T dan ibu Sri Lusiyati. Penulis merupakan putra ke 2 dari 4 bersaudara. Tahun 2020 Penulis lulus dari SMK NEGERI 1 PERCUT SEI TUAN dan pada tahun 2021 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Mengikuti dan menjadi peserta pelatihan Trainerpreneur Dalam rangka kompetensi life skill dan praktisi bisnis 2018, pelatihan kepemimpinan tingkat SLTA sederajat se-kota medan angkatan II di Dharmawangsa 4-5 juni 2018, seminar dewan pers goes to campus Universitas Medan Area 06 Februari 2023, pelatihan ASEAN Data Science Explorer 30 JUNI 2022, "Bootcamp Arduino (Level Basic + Intermediate)" Augmented Reality Online Training for Student Awarded this Juli 02 Mei 2022, Pelatihan Komunitas Konstruksi SIG 2023.

Pengalaman organisasi dan jabatan, Osis SMK N 1 PST sebagai Ketua 2 HME UMA sebagai kordinator Media informasi dan hubungan masyarakat, KARISMA UMA sebagai Anggota kaderisasi.

Pengalaman bekerja dan magang serta Telah Selesai Mengikuti Program Akademi Teknisi CE 01 Februari 2021 – 04 Agustus 2021 Yang Diselenggarakan Oleh SITCOMASIA GROUP, Melakukan Praktek Kerja Lapangan di CV. DELTA POWER LISTRINDO 29 September 2019 – 30 November 2019.

Publikasi (karya ilmiah) pada tahun 2023 dengan judul, Development of Chitosan and Nanodot (CNDs) as Chemosensors For Contact Oil Damage Detection At Magnetic Fields on Electric Currents in Solar Cells. Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Elektro (JITEK), 2(2) 2023: 81-84, DOI:10.31289/jitek.v2i2.2893. Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Elektro (JITEK) Available online <http://jurnalmahasiswa.uma.ac.id/index.php/jitek>

Pada tahun ajaran 2023/2024, dan pada tanggal 12 Agustus sampai 13 Agustus 2024 Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. PLN (PERSERO) ULP PANGURURAN dibawah bimbingan Supervisor Pengelolaan Unit Terluar.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan berkatnya kepada penulis, sehingga penulis masih diberikan kesehatan dan kesempatan untuk menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Rancang Bangun Alat Pemantau Dan Peringatan Kebersihan AC Split Dengan Sensor Dust Berbasis IoT**”. Penulisan skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan untuk meraih gelar sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Strata Satu, Universitas Medan Area (UMA) tahun 2025. Dalam penulisan Skripsi ini banyak hambatan dan kendala yang penulis hadapi, namun dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak sangat membantu penulis untuk menyelesaikan laporan ini, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada:

1. Kedua Orang Tua Saya ayah Abdul Halim, S.T dan ibu Sri Lusyati Yang Telah Mendukung Baik Dari Segi Materi Dan Moral Hingga Selesainya Penulisan Skripsi Ini Ini.
2. Bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Habib Satria, MT, IPM, ASEAN Eng. Selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
4. Mhd. Fadlan Siregar, ST., MT, IPM. Sebagai Dosen Pembimbing Untuk Tugas Akhir Ini Yang Memberikan Saran Dan Kritik Yang Membangun Dalam Penyusunan Tugas Akhir Ini.
5. Terima Kasih Kepada Seluruh Staff & Pengajar Fakultas Teknik Prodi Teknik Elektro Universitas Medan Area.

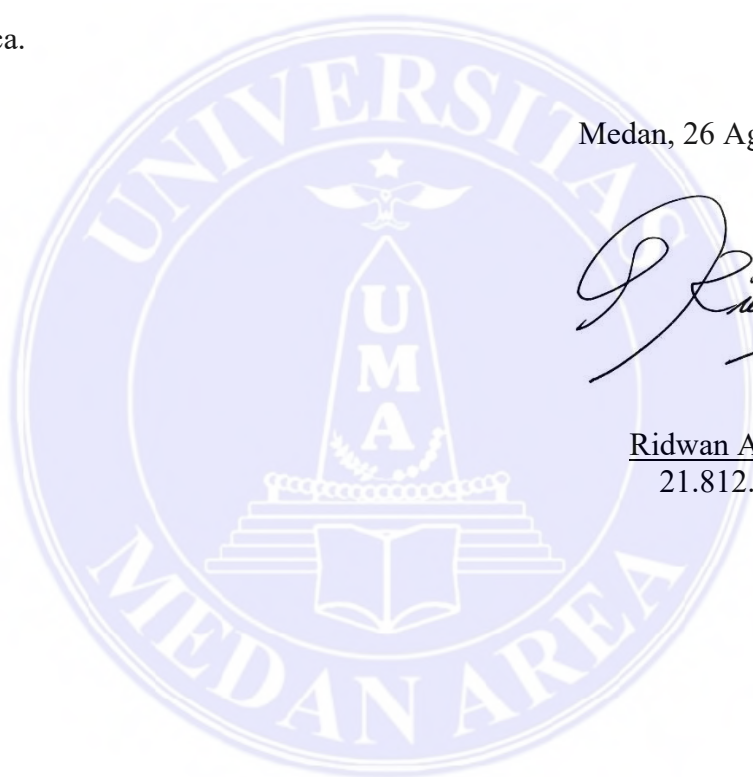
6. Tunangan Saya Dewi Arizky Yang Terus Memberikan Dukungan Dengan Tulus Dan Support Nurani Untuk Berjuang Menyelesaikan Tugas Akhir Ini Hingga Tuntas.

Penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam laporan ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan maupun pengalaman, oleh karenanya penulis menerima kritik dan saran yang dapat membangun. Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga siapapun yang membaca.

Medan, 26 Agustus 2025



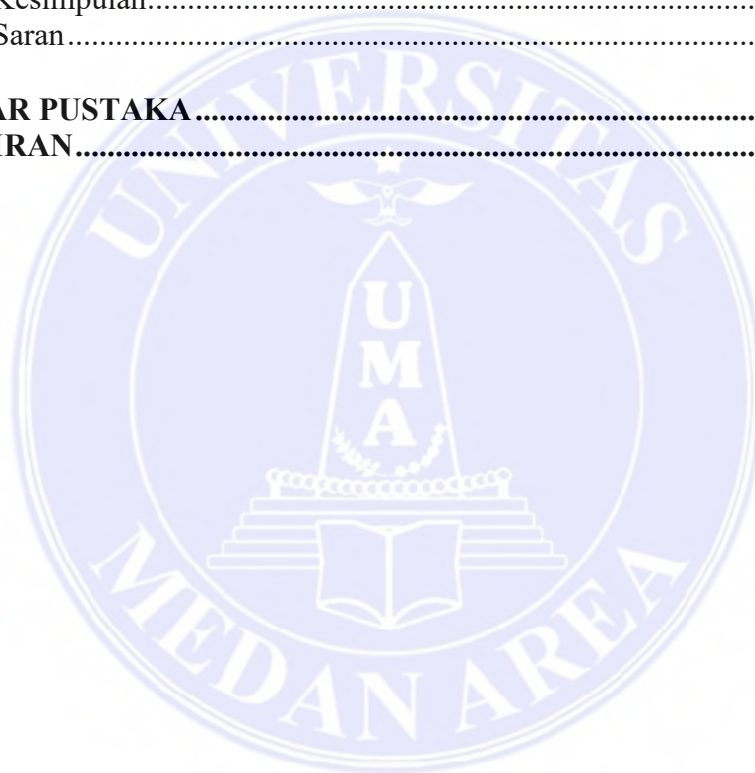
Ridwan Arrasyid  
21.812.0019



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABLE .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Sistematik Penulisan .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
2.1. Node MCU ESP32 .....	9
2.2. Desain Sistem.....	11
2.3. Internet Of Things (IoT).....	12
2.4. Blynk (Teknologi Notifikasi dan Peringatan) .....	12
2.5. Sensor Debu (DFRobot Gravity PM2.5 Air Quality Sensor).....	13
2.6. Sensor BME280 GY.....	14
2.7. OLED I2C 0,96 inci 128 x 64 .....	15
2.8. Modul Buzzer Pasif.....	17
2.9. Modul LED(RGB) Arduino .....	19
2.10. Sistem Pemantaun Kebersihan AC .....	21
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>	<b>22</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	22
3.1.1. Tempat Penelitian.....	22
3.1.2. Waktu Penelitian .....	22
3.2. Bahan dan Alat .....	23
3.3. Metode Penelitian.....	23
3.3.1. Lingkungan Penelitian .....	26
3.3.2. Parameter Penelitian.....	26
3.3.3. Prosedur Penelitian.....	26
3.4. Diagram Blok .....	27
3.5. Perancangan Wiring Hardware dan Software .....	29
3.5.1. Perancangan Desain Wiring Hardware .....	29
3.5.2. Perancangan SoftWare .....	31
3.5.3. Penggunaan Blynk .....	32
3.6. Prosedur Kerja.....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1. Hasil Pengerjaan Alat Dan Sistem Monitoring .....	39

4.2. Pengujian Dan Pengukuran Power Supply 5V DC .....	41
4.3. Pengujian komponen prototype(hardware) .....	43
4.3.1. Pengujian NodeMCU ESP32 .....	43
4.3.2. Pengujian Sensor Debu DFRobot PM10(Pengukuran Kepadatan Debu Filter AC).....	44
4.3.3. Pengujian Sensor BME 280 GY .....	45
4.3.4. Pengujian OLED 12C 0,96 Inc 128 x 64 .....	47
4.3.5. Pengujian Modul Buzzer Pasif Dan Modul LED(RGB).....	47
4.4. Pengujian Sitem Monitoring(Software) .....	50
4.4.1. Program Alat .....	52
4.5. Posisi Alat Pada AC Split.....	63
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>65</b>
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>



## DAFTAR TABLE

Table 3. 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	22
Table 3. 2. Bahan dan Alat.....	23
Table 4. 1. Pengukuran Power Supply 5V DC.....	42
Table 4. 2. Pengujian Sensor Debu DFRobot PM10 .....	44
Table 4. 3. Pengujian Modul Buzzer Pasif Dan Modul LED(RGB).....	48



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. NodeMCU ESP32 .....	11
Gambar 2. 2. DFRobot Gravity PM2.5 Air Quality Sensor.....	14
Gambar 2. 3. Sensor BME280GY .....	15
Gambar 2. 4. Layar OLED I2C 0,96 inci 128 x 64.....	17
Gambar 2. 5. Modul Buzzer Pasif.....	19
Gambar 2. 6. Modul LED(RGB) Arduino .....	21
Gambar 3. 1. <i>Flowchart</i> Kegiatan Penelitian.....	24
Gambar 3. 2. Diagram Blok .....	27
Gambar 3. 3. Desain Wiring Hardware.....	30
Gambar 3. 4. Aplikasi blynk .....	32
Gambar 3. 5. Sign Up Aplikasi Blynk .....	33
Gambar 3. 6. Create Account Aplikasi Blynk.....	33
Gambar 3. 7. Log In Aplikasi Blynk.....	34
Gambar 3. 8. Add New Device Aplikasi Blynk.....	34
Gambar 3. 9. Tampilan Pada Quickstart Aplikasi Blynk.....	35
Gambar 3. 10. Generate Auth Token Aplikasi Blynk.....	35
Gambar 3. 11. Penambahan Widget Pada Aplikasi Blynk .....	36
Gambar 3. 12. Virtual Pin Aplikasi Blynk.....	36
Gambar 3. 13. Blynk Web Dashboard .....	37
Gambar 3. 14. Create New Template Aplikasi Blynk .....	37
Gambar 3. 15. Device dan Virtual Pin Datastreams Blynk.....	37
Gambar 3. 16. Blynk Auth Token.....	38
Gambar 4. 1. Alat Prototype .....	39
Gambar 4. 2. Monitoring Blynk Smartphone .....	40
Gambar 4. 3. Monitoring Blynk PC/Laptop .....	40
Gambar 4. 4. Pengukuran Power Supply 5V DC.....	41
Gambar 4. 5. Pengujian NodeMCU ESP32 .....	44
Gambar 4. 6. Grafik Pengujian Sensor Debu DFRobot PM10 .....	45
Gambar 4. 7. Grafik suhu (°C).....	45
Gambar 4. 8. Grafik kelembapan udara (%RH).....	46
Gambar 4. 9. Grafik tekanan udara (hPa) .....	46
Gambar 4. 10. Pengujian fungsi OLED .....	47
Gambar 4. 11. Pengujian buzzer dan led pada level 1 .....	49
Gambar 4. 12. Pengujian buzzer dan led pada level 2 .....	49
Gambar 4. 13. Pengujian buzzer dan led pada level 3 .....	49
Gambar 4. 14. Serial monitor & plotter Arduino IDE .....	50
Gambar 4. 15. Dashboard Blynk laptop.....	51
Gambar 4. 16. Dashboard Blynk smartphone .....	51
Gambar 4. 17. Notifikasi blynk smartphone (Level 1, 2, 3) .....	52
Gambar 4. 18. Posisi Alat Pada AC Split .....	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Hasil Dan Pengujian Alat Sistem Peringatan Kebersihan AC Split. ....	70
Sistem Pemantau(Monitoring) pada aplikasi Blynk Smartphone dan Web.....	71



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Air Conditioner (AC) merupakan salah satu perangkat elektronik yang umum digunakan di berbagai sektor, baik perumahan, perkantoran, maupun industri. Fungsi utama AC adalah menjaga suhu ruangan tetap nyaman sesuai kebutuhan penggunanya. Namun, kinerja AC yang optimal sangat bergantung pada tingkat kebersihan komponen internalnya, terutama filter udara. Filter udara yang kotor dapat menyebabkan penurunan efisiensi pendinginan, peningkatan konsumsi energi, dan potensi kerusakan pada komponen lainnya. Selain itu, akumulasi debu dan kotoran pada AC juga dapat berdampak negatif terhadap kualitas udara dalam ruangan, yang berpotensi memengaruhi kesehatan penghuni. Meskipun penting, perawatan rutin AC sering kali terabaikan oleh pengguna. Hal ini biasanya disebabkan oleh kurangnya pengetahuan tentang tanda-tanda filter yang kotor atau jadwal perawatan yang tidak teratur. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan solusi yang dapat memantau kondisi kebersihan AC secara real-time dan memberikan peringatan kepada pengguna apabila diperlukan tindakan perawatan.

Teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang besar untuk menciptakan sistem pemantauan dan peringatan yang efektif. Dengan memanfaatkan sensor debu (dust sensor) yang terintegrasi dengan sistem IoT, kondisi kebersihan AC dapat dipantau secara kontinu dan informasi terkait dapat disampaikan kepada pengguna melalui perangkat digital, seperti aplikasi smartphone. Sistem ini tidak hanya membantu menjaga efisiensi kinerja AC tetapi juga mendukung penghematan energi dan perawatan yang lebih terjadwal.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pemantau dan peringatan kebersihan AC split menggunakan sensor debu berbasis IoT. Dengan adanya alat ini, diharapkan dapat memberikan solusi praktis dan inovatif bagi pengguna AC untuk memastikan kebersihan perangkat secara efektif, meningkatkan efisiensi energi, serta menjaga kualitas udara dalam ruangan.

## 1.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

### 1. Kurangnya Kesadaran akan Kebersihan AC :

Banyak pengguna AC split tidak menyadari pentingnya menjaga kebersihan unit indoor dan outdoor. Hal ini sering kali mengakibatkan penurunan kinerja AC, konsumsi energi yang lebih tinggi, dan peningkatan risiko gangguan kesehatan akibat kualitas udara yang buruk.

### 2. Minimnya Pemantauan Kondisi AC Secara Real-Time :

Saat ini, sebagian besar pengguna AC split tidak memiliki cara praktis untuk memantau kondisi kebersihan AC secara real-time, terutama dalam mendeteksi debu dan kotoran yang menumpuk.

### 3. Keterbatasan Sistem Peringatan Preventif :

Sistem AC konvensional umumnya tidak dilengkapi dengan fitur peringatan yang dapat memberikan informasi mengenai waktu yang tepat untuk membersihkan unit. Hal ini menyebabkan keterlambatan dalam perawatan, yang berujung pada kerusakan lebih serius.

#### 4. Kurangnya Integrasi Teknologi IoT pada Pemantauan AC :

Di era digital, teknologi IoT masih jarang diimplementasikan pada perangkat pemantau kebersihan AC. Padahal, teknologi ini dapat memberikan kemudahan bagi pengguna untuk menerima notifikasi dan laporan kondisi AC secara jarak jauh.

### 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Jenis AC yang Digunakan :

Penelitian ini dibatasi pada sistem AC split saja, tidak mencakup jenis AC lainnya seperti AC sentral atau AC window.

#### 2. Jenis Sensor yang Digunakan :

Sistem ini akan menggunakan sensor dust untuk mendeteksi tingkat kebersihan udara di sekitar filter AC, juga melibatkan sensor lain seperti sensor suhu atau kelembaban.

#### 3. Fokus pada Kebersihan Filter AC :

Batasan masalah penelitian ini adalah hanya memantau kebersihan filter AC, tidak mencakup pemeliharaan bagian lain dari unit AC seperti coil atau kipas.

#### 4. Lingkup Penerapan IoT :

Sistem IoT yang dirancang terbatas pada pengiriman data ke aplikasi mobile atau web untuk memberikan peringatan kepada pengguna. Tidak termasuk pengendalian otomatis pembersihan AC.

#### 5. Lingkungan Pengujian :

Pengujian alat akan dilakukan dalam lingkungan tertentu seperti rumah atau kantor kecil, tidak mencakup lingkungan industri atau ruang besar lainnya.

6. Konektivitas dan Jaringan :

Sistem ini akan memanfaatkan jaringan Wi-Fi untuk komunikasi data, tidak termasuk jaringan lainnya seperti Zigbee atau LoRa.

7. Waktu dan Durasi Penelitian :

Penelitian ini akan dibatasi oleh jangka waktu tertentu untuk pengembangan dan pengujian alat, sehingga evaluasi jangka panjang mengenai keandalan sistem tidak akan dilakukan.

8. Aspek Keamanan Data :

Fokus penelitian tidak akan membahas secara mendalam mengenai enkripsi atau keamanan data dalam sistem IoT yang dikembangkan.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan Sistem Pemantauan Kebersihan AC Split :

Merancang dan membangun alat berbasis IoT yang mampu memantau kebersihan filter AC split secara real-time menggunakan sensor dust.

2. Memberikan Peringatan Dini kepada Pengguna :

Membangun sistem peringatan yang dapat memberikan notifikasi kepada pengguna saat filter AC perlu dibersihkan, guna mencegah penurunan kinerja dan efisiensi AC.

3. Meningkatkan Kesadaran Pemeliharaan AC :

Meningkatkan kesadaran pengguna tentang pentingnya menjaga

kebersihan filter AC melalui informasi yang diberikan oleh sistem.

4. Meningkatkan Kinerja dan Efisiensi Energi AC :

Memastikan kinerja optimal dan efisiensi energi AC split dengan menjaga filter tetap bersih melalui pemantauan dan peringatan yang tepat waktu.

5. Meningkatkan Kualitas Udara di Dalam Ruangan :

Membantu meningkatkan kualitas udara di dalam ruangan dengan memastikan filter AC dalam kondisi bersih, sehingga mengurangi risiko kesehatan terkait debu dan polusi udara.

6. Mengintegrasikan Teknologi IoT dalam Pemeliharaan AC :

Mengintegrasikan teknologi IoT dalam proses pemeliharaan AC untuk menyediakan solusi yang lebih modern dan efisien bagi pengguna.

7. Menguji Kinerja dan Keandalan Sistem :

Melakukan pengujian terhadap kinerja dan keandalan sistem yang dirancang dalam berbagai kondisi untuk memastikan efektivitas dan fungsionalitasnya.

8. Menyediakan Prototipe yang Siap untuk Pengembangan Lanjutan :

Menyediakan prototipe alat yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan lebih lanjut dalam skala yang lebih besar atau komersial.

## 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari pembuatan alat ini adalah :

1. Manfaat bagi Pengguna

a. Peningkatan Kenyamanan :

Pengguna dapat menikmati kenyamanan yang lebih baik dengan AC yang selalu bersih dan berfungsi optimal.

b. Efisiensi Energi :

Dengan filter AC yang selalu bersih, konsumsi energi dapat berkurang, sehingga tagihan listrik lebih hemat.

c. Kesehatan yang Lebih Baik :

Kualitas udara di dalam ruangan akan meningkat, mengurangi risiko masalah kesehatan seperti alergi dan gangguan pernapasan.

2. Manfaat bagi Teknisi dan Penyedia Jasa Pemeliharaan

a. Pemeliharaan yang Lebih Efisien :

Teknisi dapat melakukan perawatan yang lebih tepat waktu dan sesuai kebutuhan, mengurangi waktu dan biaya pemeriksaan manual.

b. Peningkatan Layanan :

Penyedia jasa dapat menawarkan layanan tambahan berbasis teknologi IoT yang modern, meningkatkan daya saing di pasar.

3. Manfaat bagi Peneliti dan Akademisi

a. Kontribusi Ilmiah :

Penelitian ini memberikan kontribusi pada bidang teknik elektro, teknologi IoT, dan pemeliharaan peralatan rumah tangga, menjadi referensi bagi penelitian lebih lanjut.

b. Inovasi Teknologi :

Hasil penelitian dapat menjadi dasar untuk pengembangan inovasi teknologi baru dalam pemeliharaan perangkat rumah tangga lainnya.

#### 4. Manfaat bagi Industri Teknologi

##### a. Pengembangan Produk Baru :

Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh industri untuk mengembangkan produk komersial berbasis IoT yang serupa, membuka peluang bisnis baru.

##### b. Peningkatan Kualitas Produk :

Dengan alat pemantau ini, produsen AC dapat meningkatkan kualitas dan keandalan produk mereka, menambah nilai jual di pasar.

#### 5. Manfaat Sosial dan Lingkungan

##### a. Kesadaran Lingkungan :

Penggunaan alat ini dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pemeliharaan alat yang ramah lingkungan dan hemat energi.

##### b. Pengurangan Limbah :

Dengan pemeliharaan yang lebih baik, umur AC dapat diperpanjang, mengurangi limbah elektronik dari perangkat yang rusak atau tidak terawat.

### 1.6. Sistematik Penulisan

Sistematik penulisan pada masing-masing bab adalah sebagai berikut.

#### 1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang pembuatan laporan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematik penulisan.

## 2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori berupa konsep dasar dalam penyusunan alat dan laporan sehingga menghasilkan karya yang bernilai ilmiah dan memiliki daya guna.

## 3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian alat yang digunakan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data.

## 4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penyajian hasil pengujian alat serta pembahasan

## 5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang simpulan dan saran dari pembuatan alat dan laporan sebagai upaya untuk perbaikan kedepan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Node MCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah sebuah papan pengembangan (development board) yang berbasis mikrokontroler ESP32 buatan Espressif Systems. ESP32 merupakan penerus dari ESP8266 dan memiliki peningkatan signifikan dalam hal performa, fitur, dan konektivitas. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan dual-core processor Tensilica LX6, kecepatan hingga 240 MHz, serta memori yang lebih besar dibandingkan pendahulunya, memungkinkan pengolahan data yang lebih kompleks dan cepat (Espressif, 2018). Salah satu keunggulan utama ESP32 adalah kemampuannya dalam konektivitas nirkabel, yaitu mendukung Wi-Fi dan Bluetooth (Classic dan BLE) secara bawaan (built-in). Fitur ini menjadikan ESP32 sangat cocok digunakan dalam pengembangan sistem Internet of Things (IoT), seperti smart home, sistem monitoring lingkungan, dan kontrol perangkat jarak jauh (Singh et al., 2020). NodeMCU ESP32 juga kompatibel dengan Arduino IDE, MicroPython, dan berbagai platform pemrograman lainnya, sehingga memudahkan proses pengembangan dan debugging. Dukungan terhadap berbagai sensor serta komunikasi serial seperti I2C, SPI, dan UART juga memperluas fleksibilitas ESP32 dalam mengintegrasikan berbagai perangkat eksternal. Berbagai penelitian telah memanfaatkan ESP32 untuk membangun sistem yang efisien dan hemat biaya. Misalnya, dalam studi oleh Wijaya dan Pratama (2021), ESP32 digunakan sebagai inti sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis web, dengan kemampuan mengirim data secara real-time ke platform cloud seperti Firebase. Dengan semua kelebihan tersebut, NodeMCU ESP32 menjadi pilihan populer bagi pengembang

dan peneliti dalam merancang sistem otomasi dan pemantauan yang terhubung ke jaringan. Penggunaan NodeMCU ESP32 sering dilengkapi dengan papan tambahan (expansion board) untuk mempermudah akses ke pin-pin GPIO, penyediaan daya yang lebih stabil, dan koneksi ke sensor maupun aktuator. Papan tambahan juga membantu dalam menstabilkan pengoperasian sistem dengan fitur seperti:

1. Regulator tegangan eksternal (misalnya dari 12V ke 5V/3.3V)
2. Slot sensor siap pakai (I2C, UART, analog/digital)
3. Modul relay, buzzer, OLED, sensor kualitas udara, dan lain-lain

Menurut penelitian oleh Prasetya dan Mahendra (2022), penggunaan NodeMCU ESP32 dengan papan ekspansi mempercepat proses pengembangan sistem monitoring kualitas udara. Papan tambahan memungkinkan koneksi langsung ke sensor BME280, OLED display, dan buzzer tanpa memerlukan kabel jumper yang rumit.

Beberapa keunggulan NodeMCU ESP32 dengan papan tambahan:

1. Mempermudah perakitan dan koneksi perangkat keras
2. Mengurangi risiko kesalahan sambungan antar pin
3. Meningkatkan kestabilan sistem karena jalur daya dan sinyal yang lebih baik
4. Mendukung sistem modular yang scalable untuk berbagai aplikasi

NodeMCU ESP32 sangat cocok untuk berbagai aplikasi seperti:

1. Sistem monitoring lingkungan (suhu, kelembapan, kualitas udara)
2. Otomatisasi rumah (smart home)
3. Sistem peringatan dini (early warning system)
4. Kendali perangkat via internet atau Bluetooth

Dengan keunggulan dari segi performa, konektivitas, dan kemudahan integrasi dengan berbagai papan tambahan, NodeMCU ESP32 menjadi tulang punggung ideal untuk sistem IoT skala kecil hingga menengah. Berikut pada merupakan contoh NodeMCU ESP32 pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1. NodeMCU ESP32

Sumber:(<https://joy-it.net/files/files/Produkte/SBC-NodeMCU-ESP32/SBC-NodeMCU-ESP32-01.png>)

## 2.2. Desain Sistem

Sistem pemantau dan peringatan kebersihan AC split seperti yang diteliti oleh (Anderson et al., 2022), ini dirancang menggunakan sensor debu (dust sensor) yang terintegrasi dengan platform Internet of Things (IoT). Desain sistem meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang bekerja secara sinergis untuk memantau tingkat kebersihan filter AC dan memberikan peringatan kepada pengguna apabila kebersihan filter menurun hingga di bawah ambang batas yang telah ditentukan. Menurut studi yang dilakukan oleh (Johnson et al., 2022), penggunaan sensor debu dalam sistem pemantauan udara dapat meningkatkan efisiensi dalam menjaga kualitas udara dalam ruangan. Dan juga menggunakan sensor suhu, kelembapan, dan tekanan udara untuk mendeteksi peningkatan suhu dan kelembapan yang bisa disebabkan oleh filter kotor atau aliran udara yang terganggu.

### 2.3. Internet Of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat melalui internet untuk saling berkomunikasi dan bertukar data. IoT memungkinkan perangkat elektronik, sensor, dan sistem lainnya untuk bekerja secara otomatis, meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam berbagai aspek kehidupan. (Al-Fuqaha et al., 2021). IoT telah digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk rumah pintar, kesehatan, transportasi, dan industri manufaktur. Dalam penelitian ini, IoT digunakan untuk memantau kebersihan AC split secara real-time. Berikut merupakan ilustrasi IoT pada gambar 2.1 dihalaman berikutnya.

### 2.4. Blynk (Teknologi Notifikasi dan Peringatan)

Teknologi notifikasi dan peringatan adalah komponen penting dalam sistem berbasis IoT. Notifikasi dapat dikirim melalui berbagai media seperti aplikasi mobile, email, atau pesan teks untuk memberi tahu pengguna tentang kondisi tertentu. (Gubbi et al., 2021), notifikasi berbasis IoT telah digunakan dalam berbagai aplikasi untuk meningkatkan respons pengguna terhadap kondisi yang memerlukan perhatian segera, seperti peringatan kebakaran, kebocoran gas, dan pemeliharaan perangkat. Blynk adalah aplikasi yang tersedia untuk sistem operasi Android dan iOS yang memungkinkan pengguna mengontrol perangkat hardware seperti Arduino, NodeMcu, Raspberry Pi, dan lainnya melalui internet. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk menampilkan data dari 19 sensor, menyimpan data, melihat visualisasi, dan memiliki fitur tambahan (Gunawan dkk, 2020). Button, value display, history graph, Twitter, dan email adalah beberapa widget yang tersedia di Blynk. Meskipun Blynk dapat bekerja dengan berbagai jenis mikrokontroler, dia harus didukung oleh hardware yang dipilih. Chip Esp32 dan

blynk akan dibuat secara online dan siap untuk Internet of Things, dan NodeMcu dapat dikontrol melalui WiFi. Gambar 2.2 menunjukkan ilustrasi tampilan blynk.

## 2.5. Sensor Debu (DFRobot Gravity PM2.5 Air Quality Sensor)

Gravity PM2.5 Air Quality Sensor merupakan sensor partikel udara yang dirancang untuk mendeteksi konsentrasi partikel PM1.0, PM2.5, dan PM10 secara akurat dalam waktu nyata (real-time). Sensor ini sangat ideal untuk aplikasi pemantauan kualitas udara baik di dalam maupun luar ruangan. Sensor ini berbasis modul laser particle sensor dari Plantower (biasanya menggunakan modul PMS5003), yang telah banyak digunakan dalam sistem pemantauan polusi udara skala kecil hingga menengah (DFRobot, 2020). Sensor ini bekerja menggunakan prinsip hamburan cahaya laser (laser scattering), di mana partikel udara yang melintas akan membelokkan sinar laser, dan sensor fotodiode akan mendeteksi intensitas hamburan cahaya tersebut untuk kemudian dikonversi menjadi konsentrasi partikel dalam satuan mikrogram per meter kubik ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Rentang pengukuran umumnya mencakup:

1. PM1.0: 0–500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2. PM2.5: 0–500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
3. PM10: 0–500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Keunggulan dari sensor ini meliputi:

1. Presisi tinggi dan sensitivitas baik terhadap partikel halus
2. Stabilitas jangka panjang dan kemampuan kerja 24 jam non-stop
3. Kompatibilitas dengan berbagai mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, dan Raspberry Pi melalui komunikasi UART

Sensor ini banyak digunakan dalam proyek-proyek Internet of Things (IoT) untuk pemantauan kualitas udara, seperti sistem informasi kualitas udara berbasis web atau mobile, serta integrasi dengan sistem smart city. Dalam studi oleh Maulana et al. (2022), sensor ini digunakan dalam prototipe sistem pemantauan kualitas udara berbasis ESP32 dan berhasil memberikan data partikel secara real-time ke platform cloud ThingSpeak dengan tingkat keandalan yang tinggi. Dengan kemampuannya dalam mendeteksi polusi udara dari partikel mikro, sensor DFRobot Gravity PM2.5 sangat bermanfaat dalam upaya mitigasi risiko kesehatan akibat paparan polusi, terutama di wilayah perkotaan dengan kualitas udara yang buruk. Berikut pada merupakan contoh Sensor Debu (Gravity PM2.5 Air Quality Sensor) pada gambar 2.2.



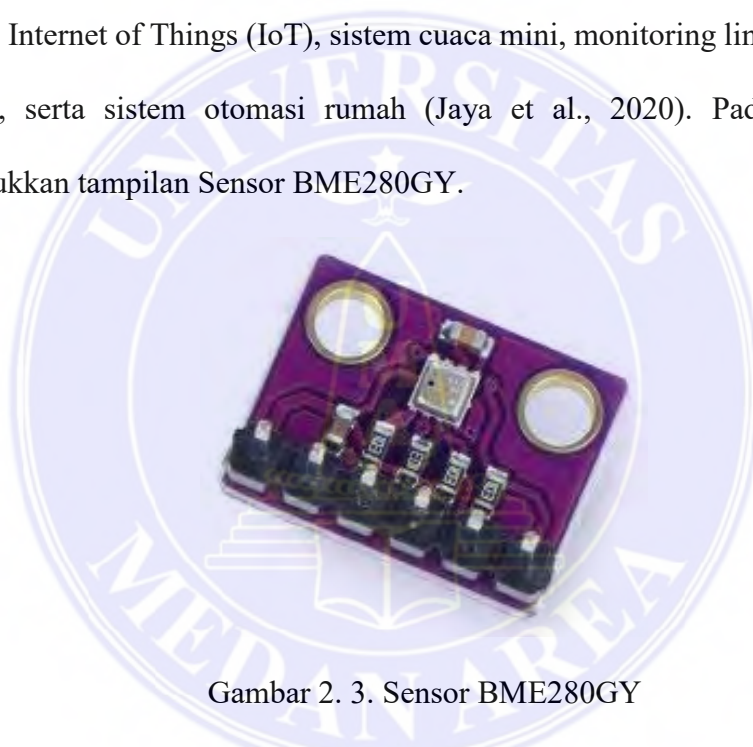
Gambar 2. 2. DFRobot Gravity PM2.5 Air Quality Sensor

Sumber:(<https://dfimg.dfrobot.com/store/data/SEN0460/SEN0460.jpg?imageView2/1/w/564/h/376>)

## 2.6. Sensor BME280 GY

Sensor BME280 GY merupakan modul merupakan modul sensor lingkungan yang dirancang untuk mengukur suhu, kelembapan, dan tekanan udara

secara simultan. Sensor ini dikembangkan oleh Bosch Sensortec dan merupakan versi lanjutan dari pendahulunya, BME280, dengan tambahan kemampuan untuk mengukur kelembapan udara. Modul BME280 yang beredar di pasaran umumnya dipasang pada board breakout (seperti seri GY) yang memudahkan koneksi ke mikrokontroler melalui antarmuka I2C atau SPI (Bosch Sensortec, 2018). Sensor BME280 memiliki keunggulan dalam hal akurasi pengukuran, konsumsi daya yang rendah, dan ukuran yang ringkas, menjadikannya sangat cocok untuk aplikasi berbasis Internet of Things (IoT), sistem cuaca mini, monitoring lingkungan dalam ruangan, serta sistem otomasi rumah (Jaya et al., 2020). Pada Gambar 2.3 menunjukkan tampilan Sensor BME280GY.



Gambar 2. 3. Sensor BME280GY

Sumber:( <https://i.ebayimg.com/images/g/RrsAAOSw9J5c61sp/s-l400.jpg>)

## 2.7. OLED I2C 0,96 inci 128 x 64

Layar OLED (Organic Light-Emitting Diode) I2C 0,96 inci 128 x 64 merupakan salah satu jenis tampilan digital yang umum digunakan dalam berbagai proyek mikrokontroler karena ukurannya yang kompak, konsumsi daya rendah, dan kualitas tampilan yang tajam. Layar ini memiliki resolusi 128 piksel (horizontal) × 64 piksel (vertikal), dan mampu menampilkan teks maupun grafik monokrom

dengan kontras tinggi. Teknologi OLED berbeda dari LCD karena tidak memerlukan backlight; setiap piksel memancarkan cahaya sendiri. Hal ini menghasilkan tampilan yang lebih cerah, lebih hemat energi, serta sudut pandang yang lebih luas. Modul OLED 0,96 inci umumnya menggunakan chip kontroler SSD1306, yang mendukung komunikasi melalui I2C maupun SPI (Adafruit, 2017). Salah satu keunggulan utama layar ini adalah kemampuannya untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, maupun ESP32 hanya menggunakan dua pin data (SDA dan SCL) melalui antarmuka I2C. Hal ini membuatnya sangat cocok untuk proyek berbasis Internet of Things (IoT) yang mengutamakan efisiensi pin dan ruang. Dalam studi oleh Rachman dan Hidayat (2020), layar OLED ini digunakan sebagai antarmuka visual pada sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis ESP32. Penggunaan OLED memungkinkan pengguna untuk melihat hasil sensor secara langsung tanpa perlu perangkat tambahan seperti komputer atau smartphone. Selain itu, karena konsumsi dayanya rendah, layar ini ideal untuk proyek berbasis baterai atau sistem portabel. Karakteristik penting dari layar OLED 0,96 inci antara lain:

1. Resolusi:  $128 \times 64$  piksel
2. Ukuran: 0,96 inci (diagonal)
3. Antarmuka: I2C (default) atau SPI (pada varian tertentu)
4. Tegangan kerja: 3,3V – 5V
5. Warna tampilan: Monokrom (umumnya putih, biru, atau kuning)

Dengan berbagai keunggulan tersebut, layar OLED 0,96 inci  $128 \times 64$  menjadi pilihan populer dalam berbagai aplikasi seperti jam digital, pemantauan sensor,

sistem antrian, alat ukur portabel, dan lain-lain. Pada Gambar 2.4 menunjukkan ilustrasi tampilan Layar OLED I2C 0,96 inci 128 x 64.



Gambar 2. 4. Layar OLED I2C 0,96 inci 128 x 64

Sumber:( [https://s.alicdn.com/@sc04/kf/H8413dbdaa22b435aa90a0966c6e8e85e0.jpg\\_720x720q50.jpg](https://s.alicdn.com/@sc04/kf/H8413dbdaa22b435aa90a0966c6e8e85e0.jpg_720x720q50.jpg))

## 2.8. Modul Buzzer Pasif

Modul buzzer pasif adalah salah satu komponen output elektronik yang digunakan untuk menghasilkan suara atau nada sebagai penanda atau peringatan dalam suatu sistem. Berbeda dengan buzzer aktif, buzzer pasif tidak memiliki rangkaian osilator internal, sehingga membutuhkan sinyal input berupa frekuensi tertentu dari mikrokontroler agar dapat menghasilkan suara (Lukito & Nugroho, 2019). Modul ini bekerja berdasarkan prinsip getaran piezoelektrik. Ketika arus listrik dengan frekuensi tertentu diberikan, bahan piezo di dalam buzzer akan bergetar dan menghasilkan gelombang suara. Oleh karena itu, suara yang dihasilkan buzzer pasif sangat bergantung pada frekuensi sinyal PWM (Pulse Width Modulation) yang diberikan oleh kontroler seperti Arduino, ESP32, maupun STM32 (Wahyudi, 2021).

Beberapa keunggulan modul buzzer pasif antara lain:

1. Dapat menghasilkan berbagai nada atau melodi sesuai pengaturan frekuensi
2. Lebih fleksibel dibanding buzzer aktif (yang hanya bisa mengeluarkan 1 nada tetap)
3. Konsumsi daya rendah dan ukuran kecil
4. Cocok untuk sistem notifikasi sederhana dan perangkat embedded(tertanam)

Dalam implementasi praktis, buzzer pasif sering digunakan dalam:

1. Sistem alarm atau peringatan (seperti sistem deteksi kebocoran gas, suhu tinggi, atau kualitas udara buruk)
2. Indikator status perangkat (misalnya, tombol ditekan atau perangkat menyala)
3. Notifikasi interaktif pada sistem berbasis IoT

Menurut studi oleh Prasetya dan Arifin (2022), buzzer pasif digunakan sebagai indikator suara pada sistem monitoring kualitas udara berbasis NodeMCU. Dengan penggunaan fungsi `tone()` pada Arduino, buzzer dapat memberikan respons suara yang berbeda tergantung tingkat polusi udara, memberikan pengalaman pengguna yang lebih intuitif.

Karakteristik umum modul buzzer pasif:

1. Tegangan kerja: 3.3V – 5V
2. Rentang frekuensi kerja: sekitar 1 – 5 kHz
3. Suara dihasilkan tergantung input PWM
4. Ukuran kecil, mudah dipasang pada breadboard atau PCB

Dengan kemampuannya untuk menyesuaikan nada serta efisiensi daya yang baik, modul buzzer pasif menjadi pilihan tepat untuk sistem monitoring atau notifikasi

dalam perangkat elektronik modern dan Internet of Things (IoT). Pada Gambar 2.5 menunjukkan Modul Buzzer Pasif.



Gambar 2. 5. Modul Buzzer Pasif

Sumber:( [https://s.alicdn.com/@sc04/kf/H45680ad7f20a4d4bb5b669353f2977c1W.jpg\\_720x720q50.jpg](https://s.alicdn.com/@sc04/kf/H45680ad7f20a4d4bb5b669353f2977c1W.jpg_720x720q50.jpg))

## 2.9. Modul LED(RGB) Arduino

Modul LED RGB (Red-Green-Blue) adalah komponen output visual yang terdiri dari tiga LED (merah, hijau, dan biru) dalam satu paket yang dapat dikendalikan untuk menghasilkan berbagai macam warna dengan cara mengatur intensitas masing-masing warna dasar (RGB). Modul ini banyak digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan indikator visual yang fleksibel, seperti sistem notifikasi warna, efek pencahayaan, hingga antarmuka pengguna dalam perangkat IoT (Sutanto & Lestari, 2020).

Secara umum, LED RGB terbagi menjadi dua jenis berdasarkan konfigurasi:

1. Common anode: semua LED memiliki anoda (+) bersama
2. Common cathode: semua LED memiliki katoda (-) bersama

Pengaturan warna dilakukan dengan mengatur tegangan atau sinyal PWM (Pulse Width Modulation) pada masing-masing pin LED (R, G, dan B). Kombinasi nilai intensitas dari ketiga warna dasar tersebut akan menghasilkan spektrum warna yang luas. Sebagai contoh:

1. Merah + Hijau = Kuning
2. Merah + Biru = Magenta
3. Hijau + Biru = Cyan
4. R + G + B = Putih

LED RGB umumnya digunakan bersama mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, Raspberry Pi, dan lainnya. Modul ini sangat cocok untuk sistem indikator pintar, seperti indikator kualitas udara, suhu, atau status perangkat.

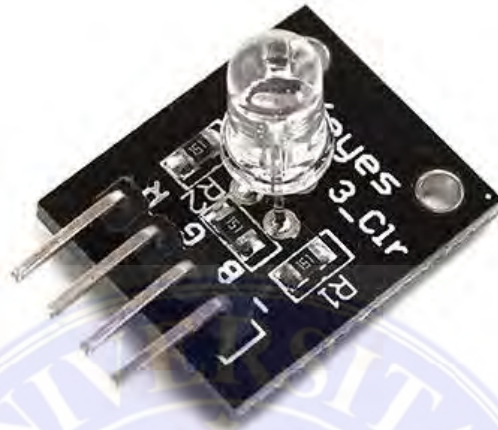
Dalam studi oleh Wibowo dan Kurniawan (2021), LED RGB digunakan sebagai indikator visual tingkat kualitas udara, di mana warna hijau menunjukkan udara bersih, kuning untuk sedang, dan merah untuk kondisi polusi tinggi. Penggunaan LED RGB pada sistem ini terbukti meningkatkan pengalaman pengguna karena penyajian informasi yang lebih intuitif.

Karakteristik umum Modul LED RGB:

1. Tegangan kerja: 3.3V – 5V
2. Jenis LED: Common Anode atau Common Cathode
3. Warna: Hingga 16 juta kombinasi (dengan PWM)
4. Dapat dikendalikan langsung dengan GPIO mikrokontroler

Modul LED RGB menjadi salah satu solusi efisien dan murah untuk menambahkan feedback visual yang dinamis pada sistem elektronik. Dalam konteks sistem

monitoring atau otomatisasi, LED RGB memungkinkan pengguna menerima informasi secara cepat melalui tampilan warna, tanpa perlu membaca teks atau angka. Pada Gambar 2.6 menunjukkan Modul LED(RGB) Arduino.



Gambar 2. 6. Modul LED(RGB) Arduino

Sumber:( [https://images.tokopedia.net/img/cache/700/product1/2019/9/14/2156025/2156025\\_3222cc5c-faec-4b8e-a5c2-1fb81a619049\\_566\\_566](https://images.tokopedia.net/img/cache/700/product1/2019/9/14/2156025/2156025_3222cc5c-faec-4b8e-a5c2-1fb81a619049_566_566))

## 2.10. Sistem Pemantaun Kebersihan AC

Sistem pemantauan kebersihan AC bertujuan untuk memastikan bahwa unit AC bekerja dengan efisiensi maksimal dengan menjaga kebersihan filter. Kebersihan filter sangat penting karena filter yang kotor dapat mengurangi aliran udara, meningkatkan konsumsi energi, dan menurunkan kualitas udara di dalam ruangan. (Kumar & Mallick et al., 2021), pemantauan kebersihan filter AC dapat dilakukan dengan berbagai metode, termasuk inspeksi manual dan penggunaan sensor otomatis atau sensor dust(DFRobot Gravity PM2.5 Air Quality Sensor) yang terintegrasi dengan sistem IoT, menggunakan aplikasi Blynk.

## BAB III

### METODOLOGI

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1. Tempat Penelitian

Adapun tempat pembuatan dalam melakukan pengujian dan perbandingan Rancang Bangun Alat Pemantau Dan Peringatan Kebersihan AC Split Dengan Sensor Dust Berbasis IoT ini yaitu dilakukan di:

1. Nama Tempat : CV. Angkasa Mobie Tech
2. Alamat : Jln. Sultan Serdang Dusun II Sena Gg. Ikhlas  
Batang Kuis

##### 3.1.2. Waktu Penelitian

Proses Perancangan ini membutuhkan waktu kurang lebih 3 bulan dengan uraian seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1 dibawah ini:

Table 3. 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan Ke											
		I				II				III			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Studi Literature	■	■										
2	Pengumpulan Alat dan Bahan			■	■								
3	Perancangan Alat					■	■	■					
4	Pengambilan Data								■				
5	Analisis dan Perbandingan Data									■	■		
6	Penyusunan Laporan Skripsi	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

### 3.2. Bahan dan Alat

Kebutuhan bahan dan alat yang penulis gunakan di dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

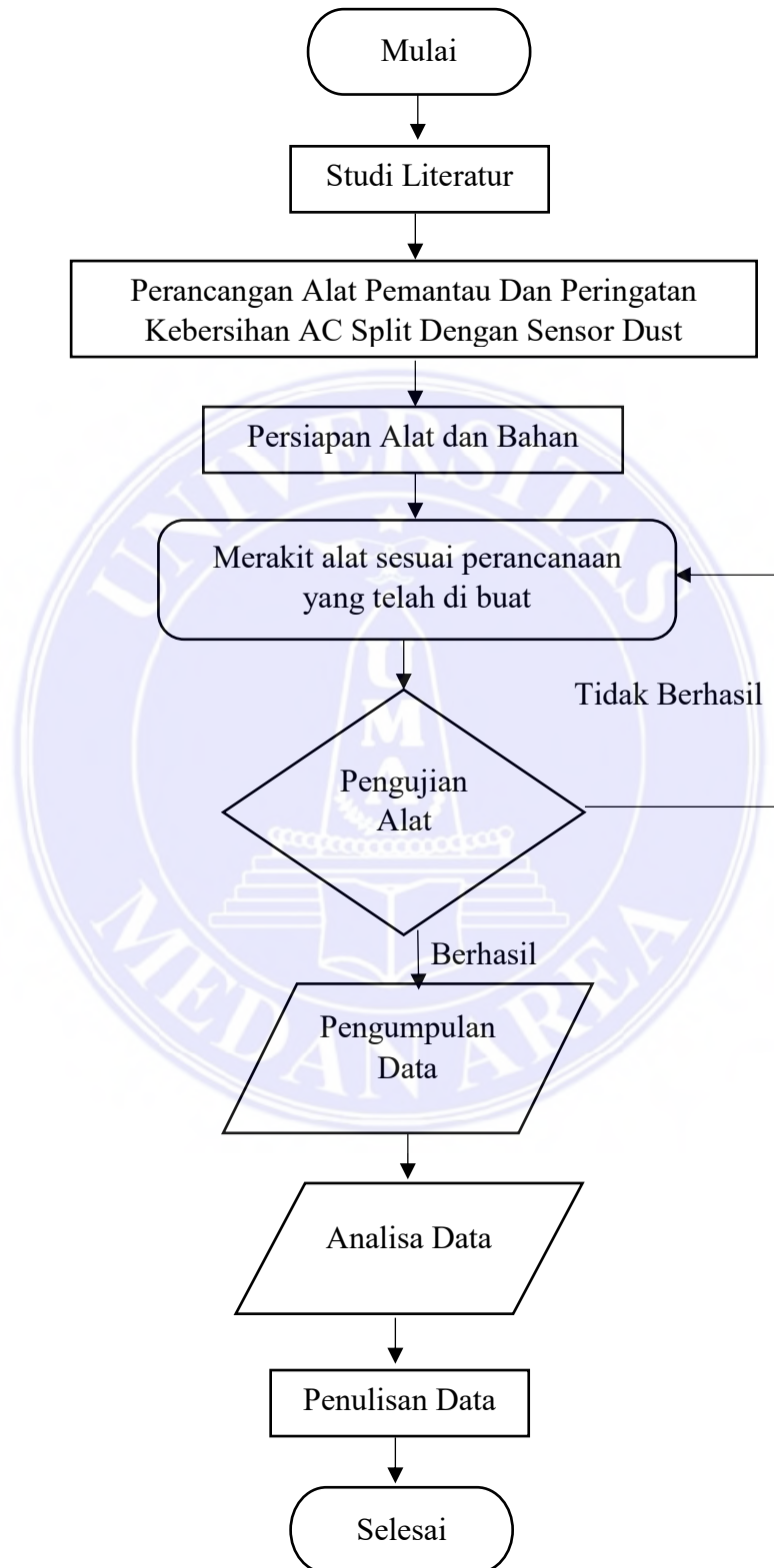
Table 3. 2. Bahan dan Alat

No	Alat yang digunakan	Spesifikasi	Satuan
1.	Sensor Debu	DFRobot Gravity PM2.5 Air Quality Sensor	1
2.	NodeMCU	ESP32	1
3.	Kabel Data	Micro USB	1
4.	Kabel Jumper	Male to male, female to female, dan female to male	secukupnya
5.	Box Plastic	mini	1
6.	Sensor suhu & kelembapan	GY-BME280	1
7.	LED(RGB)	Modul rgb	1
8.	Breadboard mini	Lubang universal	1
9.	Tang	Potong dan Kombinasi	1
10.	Alat ukur	Multitester	1
11.	Tespen dan Obeng	plus dan minus	1
12.	Laptop	LenovoThinkpad X230i	1
13.	Smartphone	Samsung A52s	1
14.	Buzzer	Modul buzzer	1
15.	Layar OLED I2C	0,96 inci 128 x 64	1

### 3.3. Metode Penelitian

Metode Pengujian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian yang akan di laksanakan. Adapun berikut ini *flowchart* atau kerangka berfikir dalam penelitian yang akan disajikan dalam bentuk blok diagram pada Gambar berikut ini, dimana berdasarkan *flowchart* ini ialah sebagai tahapan yang akan dilakukan oleh peneliti dalam melaksanakan proses penelitian Rancang Bangun Alat Pemantau Dan Peringatan Kebersihan AC Split

Dengan Sensor Dust Menggunakan Sistem IoT. Bentuk flowchart kegiatan penelitian yang dilakukan pada proses pelaksanaan tugas akhir ini sebagai berikut:



Gambar 3. 1. Flowchart Kegiatan Penelitian

Adapun penjelasan tentang *flowchart* / kerangka berfikir diatas ialah :

1. Mulai, untuk melakukan permulaan mencari referensi dan hal yang terkait penelitian.
2. Studi Literatur serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitan.
3. Perancangan alat Pemantau Dan Peringatan Kebersihan AC Split Dengan Sensor Dust Menggunakan Sistem IoT ini melakukan sketsa atau desain penelitian yang akan di persiapkan.
4. Persiapan alat dan bahan merupakan suatu hal yang sangat penting untuk kelancaran dalam merancang alat yang akan di analisis.
5. Merakit alat sesuai perancangan yang telah di buat, kegiatan yang akan mempengaruhi hasil dari pengambil data dalam penelitian ini.
6. Pengujian alat adalah hal yang akan layak tidaknya rancangan dalam pengujiannya jika tidak kembali ke perancangan alat. Jika Ya akan langsung pengumpulan data.
7. Pengumpulan data, merupakan hal yang akan dilakukan untuk melihat masukan dan keluaran nilai yang telah diambil oleh alat yang sudah baik.
8. Analisa data serangkaian kegiatan yang akan menganalisis nilai dari pengumpulan data yang akan berubah - ubah sesuai kondisi yang diteliti.
9. Penulisan Laporan kegiatan yang mendeskripsikan hasil dari analisa data yang merupakan tekstual atau terlampir yang akan di masukan kedalam hasil penelitian yang telah dilakukan.
10. Selesai.

### 3.3.1. Lingkungan Penelitian

Pengujian dilakukan dalam lingkungan ruangan tertutup yang menggunakan AC split untuk memastikan akurasi sensor debu dan efektivitas sistem pemantau.

### 3.3.2. Parameter Penelitian

Parameter yang diuji meliputi:

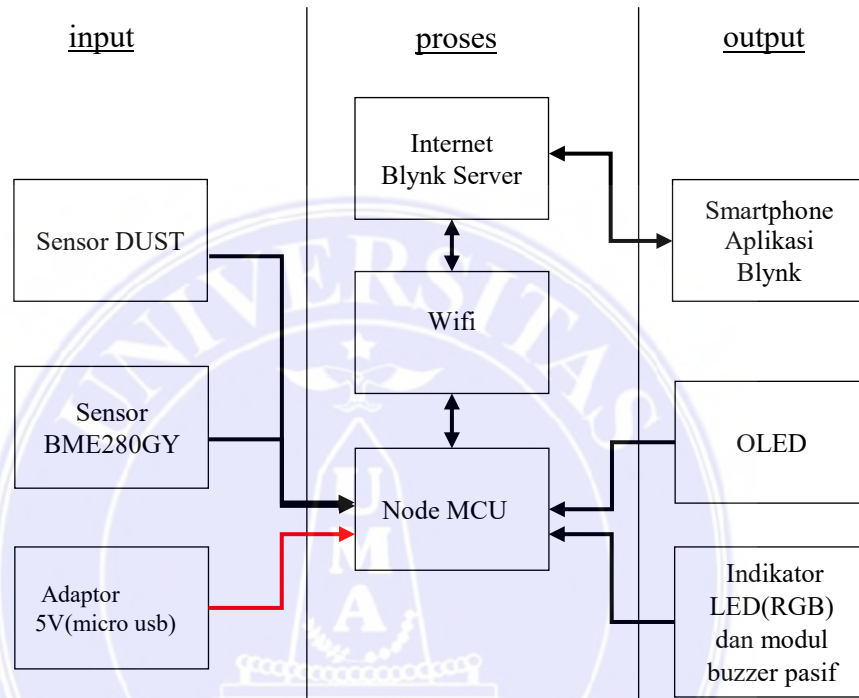
1. Akurasi Sensor Debu dengan Mengukur seberapa akurat sensor dalam mendeteksi partikel debu.
2. Respon Sistem dengan Waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirimkan data dan memberikan peringatan setelah sensor mendeteksi perubahan.
3. Ketersediaan Jaringan dengan Stabilitas koneksi antara Blynk dan platform IoT.

### 3.3.3. Prosedur Penelitian

1. Kalibrasi Sensor dengan Sensor debu dikalibrasi menggunakan standar partikel debu yang dikenal.
2. Pengujian Fungsi dengan Sistem diuji untuk memastikan semua komponen perangkat keras dan perangkat lunak (Blynk) berfungsi sesuai spesifikasi.
3. Pengujian Ketahanan dengan Sistem dioperasikan dalam jangka waktu tertentu untuk menguji ketahanan dan keandalannya dalam pemantauan kebersihan AC. Menurut laporan dari Thompson et al. (2022), pengujian ketahanan sangat penting dalam memastikan keandalan perangkat IoT dalam jangka panjang.

### 3.4. Diagram Blok

Diagram blok sistem perangkat keras alat pemantau dan peringatan kebersihan AC split berbasis IoT terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja secara sinergis untuk memantau kebersihan AC Split.



Gambar 3. 2. Diagram Blok

- a. Pada bagian input terdapat tiga komponen utama
  1. Sensor DUST, Berfungsi untuk mendeteksi tingkat kepadatan debu (PM10) dimana titik fokus kepadatan debu yang digunakan ialah PM10 pada udara sekitar filter AC. Data ini akan digunakan untuk menentukan kondisi kebersihan filter AC.
  2. Sensor BME280GY, digunakan untuk mengukur parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan tekanan udara. Data dari sensor ini dapat

menjadi indikator tambahan yang membantu sistem dalam analisis kondisi sekitar.

3. Adaptor 5V (micro USB), Bertugas untuk memberikan catu daya (power supply) kepada sistem, khususnya Node MCU dan sensor-sensor yang terhubung.
- b. Bagian proses diatur oleh unit pusat pengendali yaitu:
1. Node MCU ESP32, Berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang mengolah data dari sensor, mengirim data ke server Blynk, dan mengatur output berdasarkan logika program.
  2. WiFi, Digunakan sebagai media komunikasi antara Node MCU dan server internet, memungkinkan perangkat untuk terhubung ke aplikasi Blynk melalui jaringan lokal atau internet.
  3. Internet –Blynk Server, Data dari Node MCU dikirim ke server Blynk di internet agar bisa diakses dari smartphone pengguna secara real-time.
- c. Sistem memberikan umpan balik melalui tiga jenis output
1. Smartphone – Aplikasi Blynk, Menampilkan data pembacaan sensor secara real-time. Pengguna dapat memantau status AC dari mana saja selama terkoneksi dengan internet.
  2. OLED, Menampilkan informasi secara langsung pada perangkat (standalone) seperti nilai PM10, suhu, atau status kebersihan filter AC.
  3. Indikator LED (RGB) dan Buzzer Pasif, Memberikan peringatan visual dan suara. LED Hijau = filter bersih, dan LED Merah + Buzzer aktif = kondisi filter sangat kotor(perlu dibersihkan)

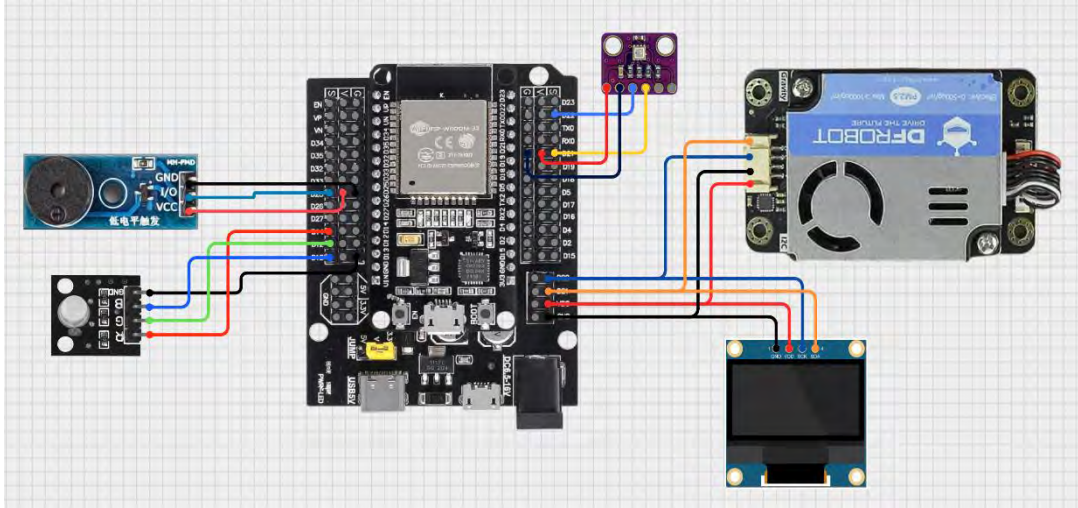
Diagram blok ini menggambarkan aliran kerja sistem mulai dari pembacaan sensor, pengolahan data oleh mikrokontroler, hingga penyajian informasi kepada pengguna melalui aplikasi Blynk dan perangkat keras seperti OLED, LED, dan buzzer. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi perawatan AC dengan deteksi kondisi filter secara otomatis dan real-time.

### **3.5. Perancangan Wiring Hardware dan Software**

Pada bagian ini, dilakukan perancangan wiring untuk perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) dalam sistem pemantauan dan peringatan kebersihan AC Split menggunakan sensor debu berbasis Internet of Things (IoT). Tujuan dari perancangan ini adalah untuk memastikan integrasi komponen secara efisien, serta mendukung pengoperasian sistem pemantauan dengan baik dan dapat diakses melalui jaringan internet atau pengaplikasian pada Blynk.

#### **3.5.1. Perancangan Desain Wiring Hardware**

Berdasarkan kebutuhan bahan dan alat maka, dirancang sistem alat secara keseluruhan, meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan wiring hardware terdiri dari penghubungan antar komponen fisik yang diperlukan dalam sistem seperti pada gambar 3.3 desain wiring hardware pada halaman berikutnya.



Gambar 3. 3. Desain Wiring Hardware

Penjelasan Koneksi Rangkaian:

- a. NodeMCU ESP32 (Pusat Kontrol), Berfungsi sebagai mikrokontroler yang menerima data dari sensor dan mengontrol tampilan serta notifikasi.
- b. Buzzer Pasif (kiri atas), Berfungsi sebagai peringatan suara jika debu sudah melewati ambang batas.
  1. GND → GND ESP32
  2. VCC → VCC ESP32
  3. I/O (Data) → D25 (GPIO25)
- c. LED RGB (kiri bawah), Berfungsi menampilkan indikator warna kebersihan filter.
  1. Merah = Kotor(Perlu Dibersihkan), Hijau = Bersih
  2. R (Merah) → GPIO D11
  3. G (Hijau) → GPIO D12
  4. B (Biru) → GPIO D13
  5. GND → GND ESP32

- d. Sensor BME280 (atas tengah), Sensor suhu, kelembaban, dan tekanan udara.
1. VCC → 3V3 ESP32
  2. GND → GND ESP32
  3. SCL → GPIO D22 (I2C Clock)
  4. SDA → GPIO D21 (I2C Data)
- e. DFRobot Gravity PM2.5 Air Quality Sensor (kanan atas), Sensor utama untuk mengukur kepadatan debu (PM1.0, PM2.5, PM10) titik fokus kepadatan debu yang digunakan ialah PM10.

1. VCC → 5V ESP32
2. GND → GND ESP32
3. TX → GPIO D22 (RX input dari ESP32)
4. RX → GPIO D21 (TX output dari ESP32)

Catatan: Sensor ini menggunakan komunikasi UART (serial).

- f. OLED Display 0.96" I2C (kanan bawah)

Menampilkan nilai sensor secara langsung.

1. GND → GND ESP32
2. VCC → 3V3 ESP32
3. SCL → GPIO D22
4. SDA → GPIO D21

(Sama seperti BME280 dan DFRobot Gravity PM2.5 Air Quality Sensor , OLED menggunakan I2C).

### 3.5.2. Perancangan SoftWare

Perancangan perangkat lunak dalam sistem ini berfokus pada pemrograman mikrokontroler dan pembuatan antarmuka pengguna untuk memonitoring dan

mendapatkan peringatan. Perancangan software bertujuan untuk mengelola dan menjalankan perangkat IoT, khususnya , serta untuk memproses dan menampilkan data yang dikumpulkan. Aplikasi yang digunakan dalam perancangan software ialah Blynk dan Arduino IDE digunakan untuk pemrograman NodeMCU ESP32 yang terlibat dalam penelitian ini. IDE ini memungkinkan pengembangan dan pengujian kode program yang akan diunggah ke NodeMCU ESP32. Setelah kode dijalankan, data yang dikumpulkan akan diproses oleh perangkat keras dan dikirim ke platform Blynk untuk pemantauan dan analisis lebih lanjut.

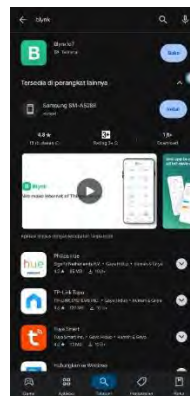
### 3.5.3. Penggunaan Blynk

Blynk berfungsi sebagai platform untuk menampilkan data dari perangkat IoT. Melalui Blynk, data yang dihasilkan oleh mikrokontroler akan ditampilkan dalam bentuk dashboard yang mudah dipahami. Dashboard ini menyajikan informasi terkait sensor yang terhubung, memungkinkan pemantauan kondisi secara real-time dan pengambilan keputusan berdasarkan data yang ditampilkan.

#### a. Pendaftaran Akun Blynk

Langkah-langkah mendaftar akun Blynk melalui:

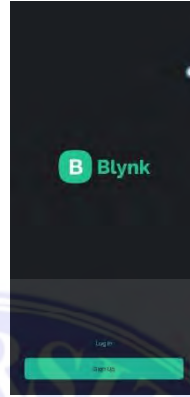
1. Langkah 1, Unduh aplikasi Blynk IoT dari Google Play Store atau App Store.



Gambar 3. 4. Aplikasi blynk

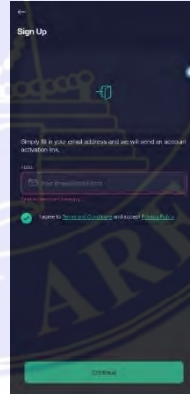
Jika menggunakan PC/Laptop Buka Situs Web Blynk, Kunjungi:  
<https://blynk.cloud>.

2. Langkah 2, Buka blynk dan pilih Sign Up.



Gambar 3. 5. Sign Up Aplikasi Blynk

3. Langkah 3, Masukkan email dan password, lalu klik Create Account.



Gambar 3. 6. Create Account Aplikasi Blynk

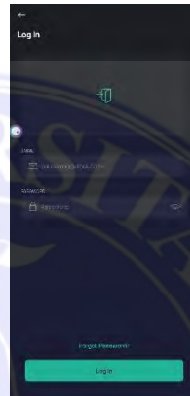
4. Langkah 4, Verifikasi email (jika diminta) untuk mengaktifkan akun.

b. Pembuatan Device pada Blynk

Pembuatan device ada 2 versi yang pertama adalah device pada smartphone untuk menampilkan data pada setiap sensor dan juga sebagai notifikasi

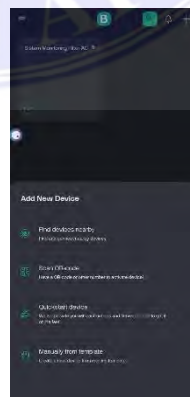
masuk yang berbunyi pada smartphone, dan yang kedua adalah device pada web(PC/Laptop) untuk menampilkan jumlah data setiap sensor atau akumulasi data pada setiap sensor. Berikut merupakan langkah langkah pembuatan device pada smartphone.

1. Buka Aplikasi Blynk, Pastikan kamu sudah login ke akun Blynk menggunakan email dan password yang telah terdaftar.



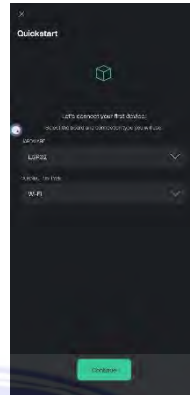
Gambar 3. 7. Log In Aplikasi Blynk

2. Buat Template Baru (Device Template), Di halaman utama aplikasi, klik tombol “+ Add Device”. Pilih opsi “Quickstart Device” atau klik “Create Template” jika ingin mengatur.



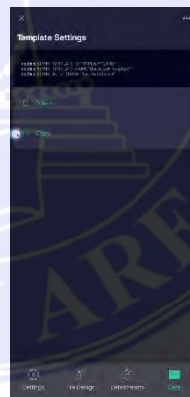
Gambar 3. 8. Add New Device Aplikasi Blynk

3. Isi Informasi Template, Beri nama template. Pilih hardware ESP32. Pilih koneksi: WiFi. Simpan template dengan menekan continue.



Gambar 3. 9. Tampilan Pada Quickstart Aplikasi Blynk

4. Generate Auth Token. Setelah template dibuat, Auth Token akan muncul. Salin token ini untuk digunakan dalam program Arduino IDE. Token juga bisa dikirim ke email dari aplikasi.



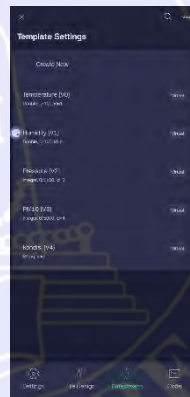
Gambar 3. 10. Generate Auth Token Aplikasi Blynk

5. Tambahkan Widget di Dashboard, Masuk ke template yang telah dibuat. Tambahkan widget seperti, Gauge, untuk menampilkan suhu atau kelembaban, seperti pada gambar 3.11. pada halaman berikutnya.



Gambar 3. 11. Penambahan Widget Pada Aplikasi Blynk

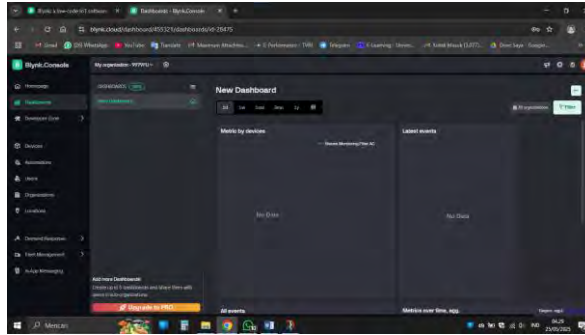
6. Atur Virtual Pin, Setiap widget harus dihubungkan ke Virtual Pin (misalnya V0, V1, V2) sesuai dengan program Arduino. Sesuaikan pin berdasarkan data yang dikirim dari mikrokontroler.



Gambar 3. 12. Virtual Pin Aplikasi Blynk

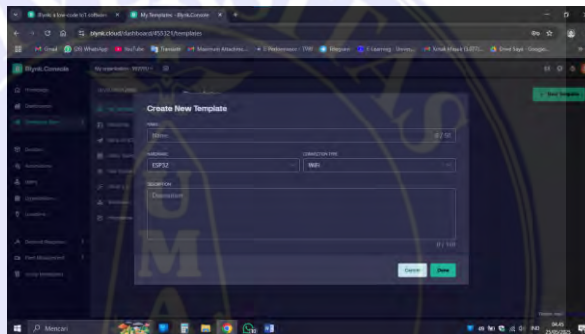
Langkah-Langkah Pembuatan Device pada Blynk via web(PC/Laptop).

1. Login ke Dashboard, Setelah verifikasi, login ke <https://blynk.cloud>  
Anda akan masuk ke Blynk Web Dashboard, seperti pada gambar 3.13 pada halaman berikutnya..



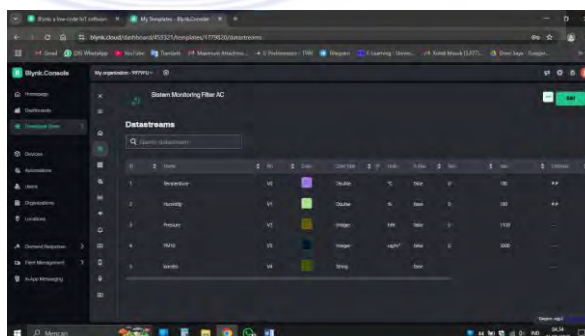
Gambar 3. 13. Blynk Web Dashboard

2. Buat Template dan Device, Klik “+ New Template” untuk mulai proyek.



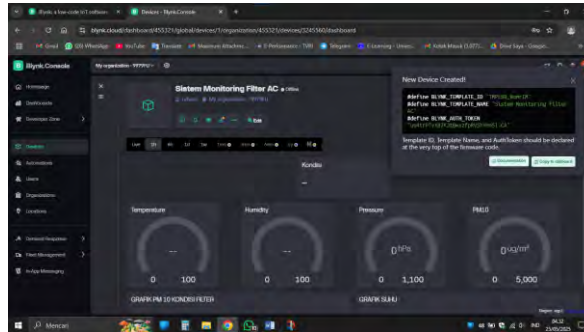
Gambar 3. 14. Create New Template Aplikasi Blynk

3. Tambahkan device dan konfigurasi pin virtual (V0, V1, dst.) seperti pada gambar 3.15.



Gambar 3. 15. Device dan Virtual Pin Datastreams Blynk

4. Ambil Blynk Auth Token dari device untuk digunakan di kode Arduino IDE.



Gambar 3. 16. Blynk Auth Token

### 3.6. Prosedur Kerja

Adapun tahapan dalam prosedur kerja ialah, pemasangan rangkaian alat mengikuti sesuai gambar rangkaian, melakukan pengujian alat yang telah dirancang, pengecekan melalui pengukuran pada multimeter, Mencatat data hasil yang di ukur, Pengetesan pada setiap sensor dan komponen visual lainnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian alat pemantau dan peringatan kebersihan AC split berbasis IoT dengan sensor debu DFRobot Gravity PM2.5 dan sensor lingkungan BME280 GY, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem monitoring berbasis IoT yang dirancang telah berhasil berfungsi dengan baik, ditandai dengan kemampuan membaca parameter kualitas udara seperti partikel debu (PM10), suhu, kelembaban, dan tekanan udara secara real-time, serta menampilkannya di layar OLED, serial monitor, dan aplikasi Blynk.
2. NodeMCU ESP32 bekerja stabil dalam membaca data dari sensor, memproses data, mengirimkannya ke cloud Blynk, dan memberikan output berupa indikator LED RGB dan buzzer sesuai kondisi nilai PM10. Respon sistem terhadap perubahan nilai sensor berjalan cepat tanpa delay yang signifikan.
3. Penggunaan indikator LED dan buzzer berhasil memberikan peringatan secara visual dan audio sesuai dengan tingkat kekotoran filter AC. Level 1 (bersih) ditunjukkan dengan LED hijau, Level 2 (mulai kotor) dengan LED biru dan bunyi bip 1x, serta Level 3 (sangat kotor) dengan LED merah dan bunyi bip 3x.

4. Penempatan alat yang strategis—sensor di belakang filter AC dan modul utama di atas unit indoor—mendukung efisiensi pengukuran dan kemudahan perawatan, tanpa mengganggu fungsi dan estetika AC.
5. Pengujian power supply menunjukkan hasil stabil, dengan rata-rata tegangan 4.984 V dan standar deviasi  $\pm 0.0114$  V, membuktikan bahwa sistem mendapat pasokan energi yang aman dan andal.

## 5.2 Saran

Agar pengembangan alat ini ke depan menjadi lebih optimal, berikut beberapa saran dari peneliti:

1. Integrasi fitur pengingat otomatis berkala, seperti pengingat mingguan atau bulanan melalui aplikasi Blynk atau notifikasi suara, akan membantu pengguna lebih proaktif dalam merawat AC.
2. Penambahan sensor gas atau VOC (Volatile Organic Compounds) dapat meningkatkan cakupan monitoring kualitas udara, sehingga alat tidak hanya mendeteksi debu, tapi juga gas berbahaya yang mungkin beredar di udara.
3. Pengembangan casing alat yang lebih kompak dan estetis dapat dilakukan untuk penggunaan komersial agar perangkat lebih cocok digunakan di berbagai jenis ruangan.
4. Pengujian jangka panjang di berbagai kondisi lingkungan (ruangan ber-AC yang aktif 24 jam, lingkungan berdebu tinggi, dll.) diperlukan untuk mengetahui durabilitas sensor dan akurasi sistem dalam periode penggunaan yang lama.

5. Pengembangan aplikasi mobile independen di luar Blynk bisa menjadi opsi ke depan, agar pengguna memiliki kontrol penuh atas tampilan, fitur, serta kemungkinan integrasi ke ekosistem smart home lainnya.



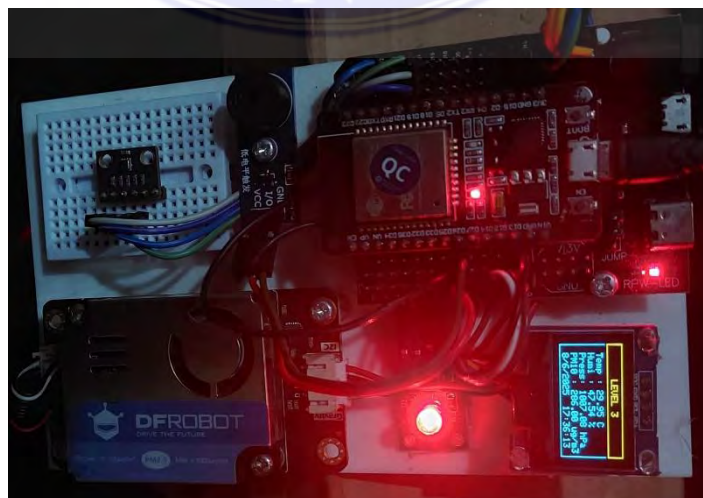
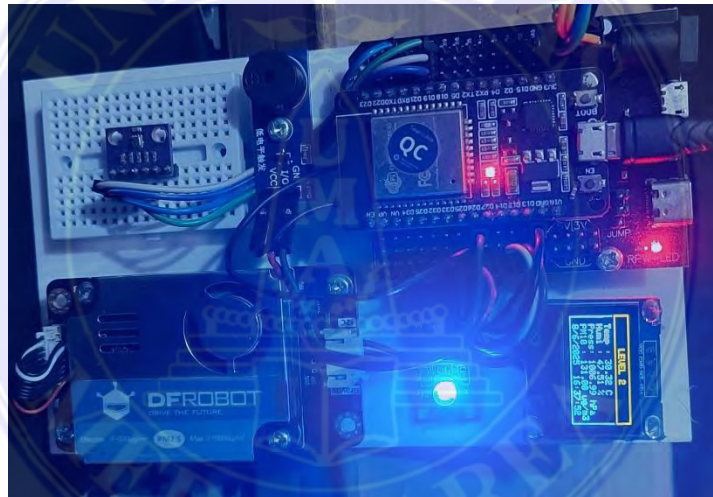
## DAFTAR PUSTAKA

- M. Setiawan, *Analisis Efisiensi Energi pada Sistem Pendingin Ruangan*, Jakarta: Penerbit Teknologi Nusantara, 2021.
- A. Fahmi dan R. Kurniawan, "Implementasi sensor debu pada smart AC monitoring system berbasis IoT," *Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 8, no. 2, pp. 65–72, 2020.
- D. Haryono and B. Rachmad, "Monitoring kualitas udara menggunakan sensor PM10 berbasis IoT," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 135–142, 2021.
- N. P. Sari and P. I. Santosa, "Implementasi NodeMCU ESP32 untuk monitoring suhu dan kelembaban ruangan secara real-time," *J. EECCIS*, vol. 14, no. 1, pp. 45–50, 2020.
- A. Maulana and A. Rofiq, "Peringatan dini filter AC menggunakan sensor debu dan konektivitas WiFi," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2023.
- R. D. Putri and R. Fadillah, "Sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT dengan sensor debu dan suhu," *J. Rekayasa ElektriKa*, vol. 13, no. 3, pp. 122–128, 2019.
- S. Wahyudi and A. Hartono, "Desain sistem notifikasi kondisi udara menggunakan sensor PM dan ESP32," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 15–22, 2022.
- M. R. Nasution and F. Harahap, "Monitoring dan pengendalian AC berbasis IoT menggunakan NodeMCU," *J. Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 5, no. 2, pp. 88–95, 2021.
- D. Oktaviani and A. Nugroho, "Sistem pemantauan debu ruangan untuk efisiensi energi AC," *J. Smart Sensor dan Instrumentasi*, vol. 4, no. 1, pp. 34–40, 2020.
- F. Permana and A. Hakim, "Analisis performa sensor PM10 dalam mendeteksi partikel debu di udara," *J. Penelit. Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 51–58, 2022.
- M. E. Safitri and Irwansyah, "Pengembangan alat monitoring kualitas udara berbasis IoT dengan visualisasi di aplikasi mobile," *J. Internet of Things Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–27, 2023.
- S. Monk, *Programming the ESP32*. Sebastopol, CA: Maker Media, 2017.

- Y. Nugroho, *Internet of Things: Konsep dan Implementasi*. Yogyakarta: Andi Publisher, 2018.
- P. J. Lioy, *Air Pollution and Health: The Relationship Between Exposure and Human Health*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2019.
- D. Kusnadi, *Mikrokontroler dan Sensor untuk Sistem Otomasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2020.
- R. Setiawan, *Pengantar Sistem Embedded dan IoT*. Bandung: Penerbit Informatika, 2019.
- M. Al-Fuqaha et al., "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, 2015.
- J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, dan M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013.
- Bosch Sensortec, *BME280 Datasheet: Combined Humidity and Pressure Sensor*, Rev. 1.2, 2018. [Online]. Tersedia: <https://www.bosch-sensortec.com>
- DFRobot, "Gravity PM2.5 Air Quality Sensor," *Technical Datasheet*, 2020. [Online]. Tersedia: <https://wiki.dfrobot.com>
- World Health Organization, *WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants*. Geneva: WHO Press, 2021. [Online]. Available: <https://www.who.int/publications/i/item/9789289002134>

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Dan Pengujian Alat Sistem Peringatan Kebersihan AC Split.



Lampiran 2. Sistem Pemantau(Monitoring) pada aplikasi Blynk Smartphone dan Web.

