

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* KUALITAS
UDARA DENGAN DETEKSI PM₁₀, PM_{2,5}, CO, SUHU DAN
KELEMBABAN BERBASIS *LONG RANGE* (LoRa)**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika

Oleh:

GRACE SUSAN MARIEN

NIM: 1513620004

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
TAHUN 2026**

LEMBAR JUDUL

RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* KUALITAS UDARA DENGAN DETEKSI PM₁₀, PM_{2,5}, CO, SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS *LONG RANGE* (LoRa)



Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika

Oleh:

GRACE SUSAN MARIEN

NIM: 1513620004

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
TAHUN 2026**

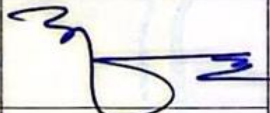
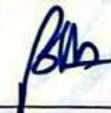
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

BENTUK : SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Grace Susan Marien
NIM : 1513620004
Program Studi/Fakultas : Pendidikan Teknik Elektronika/Fakultas Teknik
Judul Penelitian : Rancang Bangun *Monitoring* Kualitas Udara
Dengan Deteksi PM₁₀, PM_{2.5}, CO, Suhu dan
Kelembaban Berbasis *Long Range* (LoRa)

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan *Lulus/Tidak Lulus** Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada tanggal 6 Juli 2026

Tim Penguji,

Ketua Penguji	<u>Prof. Dr. Efri Sandi, M.T.</u> NIDN. 0002027508	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 1)	<u>Dr. Wisnu Djatmiko, M.T.</u> NIDN. 0014026706	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 2)	<u>Priangga Pratama Putra Haryanto, M.Pd.</u> NIDN. 1113059501	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	<u>Dr. Baso Maruddani, M.T.</u> NIDN. 0002058301	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	<u>Dr. Aodah Diamah, S.T., M.Eng.</u> NIDN. 0019097802	

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika


Dr. Baso Maruddani, M.T.
NIDN. 0002058301

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama Mahasiswa : Grace Susan Marien
NIM : 1513620004
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul Penelitian : Rancang Bangun *Monitoring* Kualitas Udara Dengan Deteksi PM_{10} , $PM_{2.5}$, CO, Suhu dan Kelembaban Berbasis *Long Range* (LoRa)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta, 6 Juli 2026

Yang Menyatakan,



Grace Susan Marien

NIM. 1513620004



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA **PERPUSTAKAAN DAN
KEARSIPAN**

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Grace Susan Marien
NIM : 1513620004
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Pendidikan Teknik Elektronika
Alamat email : gracesusanmarien103@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul:

RANCANG BANGUN *MONITORING* KUALITAS UDARA DENGAN DETEKSI PM₁₀,
PM_{2.5}, CO, SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS *LONG RANGE* (LoRa)

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 27 Juli 2026
Penulis

(Grace Susan Marien)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Udara dengan Deteksi PM₁₀, PM_{2,5}, CO, Suhu dan Kelembaban Berbasis *Long Range* (LoRa)”** ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Oleh karena itu iringan doa serta rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya peneliti sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Baso Maruddani, M.T, selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektronika sekaligus Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Aodah Diamah, S.T, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II, yang dengan penuh kesabaran memberikan saran, masukan, dan motivasi yang sangat membantu dalam penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan staf di Program Studi Teknik Elektronika atas ilmu dan dukungan yang diberikan selama masa perkuliahan.
4. Orang tua dan keluarga atas doa, dukungan moral, dan motivasi yang tidak pernah henti diberikan kepada peneliti.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi *monitoring* kualitas udara.

Jakarta, 06 Juli 2026

Peneliti,



Grace Susan Marien

NIM. 1513620004

HALAMAN PERSEMBAHAN

Melalui halaman persembahan ini, peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada setiap pihak dan berbagai hal sederhana yang telah menemani proses penyusunan skripsi hingga dapat diselesaikan.

1. Terima kasih yang sebesar-besarnya peneliti persembahkan kepada Papa, Mama, dan saudara tercinta atas doa, kasih sayang, dukungan, serta pengorbanan yang tidak pernah putus. Terima kasih telah menjadi rumah, tempat pulang, dan sumber kekuatan bagi peneliti.
2. Untuk sahabat peneliti, Alifia, Amel, Syfa, Dian, Erika, dan Usna, terima kasih atas setiap cerita, dukungan, perhatian, dan kebersamaan yang telah diberikan. Kepada Hasyim, Fadly, dan teman-teman seperjuangan skripsi lainnya, terima kasih telah menjadi teman berdiskusi, bertukar pikiran, dan saling mendukung selama proses penyusunan skripsi.
3. Untuk Friska, Fany, dan Farah, terima kasih atas setiap momen sederhana yang telah dilalui bersama sehingga proses penyusunan skripsi ini terasa lebih ringan.
4. Untuk Louis, yang mungkin tidak pernah mengerti apa itu skripsi, revisi atau *deadline*, tetapi kehadiran dan tingkah lucu selalu berhasil menghadirkan senyum di tengah padatnya proses penyusunan skripsi.
5. Untuk berbagai hal sederhana yang menemani peneliti selama proses penyusunan skripsi. Film, drama korea, anime, Mobile Legends, lagu favorit, serta segelas kopi telah menemani peneliti di berbagai waktu dan menjadikan setiap proses terasa lebih berwarna.
6. Terakhir, untuk diri peneliti sendiri, Grace Susan Marien. Terima kasih telah bertahan, belajar dan terus melangkah hingga skripsi ini dapat diselesaikan. Kiranya setiap usaha yang telah dilakukan menjadi awal dari langkah-langkah baru yang membawa kebaikan di masa mendatang.

**Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Udara dengan Deteksi PM₁₀,
PM_{2,5}, Co, Suhu Dan Kelembaban Berbasis *Long Range* (LoRa)**

Grace Susan Marien (1513620004)

Dr. Baso Maruddani, M.T. dan Dr. Aodah Diamah, M.Eng.

ABSTRAK

Pencemaran udara dapat berdampak terhadap kesehatan sehingga diperlukan sistem *monitoring* yang mampu memberikan informasi mengenai kondisi kualitas udara pada lingkungan terbuka. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun dan menguji sistem monitoring kualitas udara berbasis *Long Range* (LoRa) yang mampu melakukan pengukuran parameter kualitas udara, mengirimkan data secara nirkabel, menampilkan hasil pengukuran, dan menentukan kategori kualitas udara berdasarkan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Sistem dikembangkan menggunakan V-Model dengan Arduino Uno R3 sebagai sistem kendali pada bagian *transmitter*, ESP32 sebagai sistem kendali pada bagian *receiver*, modul ZH03B untuk mendeteksi PM_{2,5} dan PM₁₀, modul MQ135 untuk memperoleh estimasi konsentrasi Kabon Monoksida (CO), modul DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Hasil pengukuran ditampilkan pada modul LCD **20 × 4** dan aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata *error* sebesar 5,01% pada PM_{2,5}, 4,35% pada PM₁₀, 19,4% pada estimasi konsentrasi CO, 0,42% pada suhu, dan 0,98% pada kelembaban. Pada pengujian komunikasi LoRa, data hasil pengukuran berhasil diterima oleh *receiver* hingga jarak 1,4 km pada skenario *rooftop to rooftop* dalam kondisi *Non-Line of Sight* (NLoS). Berdasarkan perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), diperoleh nilai pada rentang 56 – 68 sehingga seluruh hasil pengujian berada dalam kategori Sedang. Berdasarkan hasil penelitian, sistem berhasil dirancang bangun untuk melakukan pengukuran parameter kualitas udara, menampilkan hasil pengukuran pada LCD 20 × 4 dan aplikasi Blynk, serta menentukan kategori kualitas udara berdasarkan nilai ISPU.

Kata kunci: Blynk, ISPU, kualitas udara, LoRa, *monitoring*

***Design And Development Of An Air Quality Monitoring System With PM₁₀,
PM_{2.5}, Co, Temperature, And Humidity Detection Based On Long Range
(LoRa)***

Grace Susan Marien (1513620004)

Supervisors Dr. Baso Maruddani, M.T. and Dr. Aodah Diamah, M.Eng.

ABSTRACT

Air pollution can have adverse effects on human health; therefore, an air quality monitoring system is needed to provide information on air quality conditions in outdoor environments. This study aims to design and evaluate a Long Range (LoRa)-based air quality monitoring system capable of measuring air quality parameters, transmitting data wirelessly, displaying measurement results, and determining air quality categories based on the Indonesian Air Pollution Standard Index Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). The system was developed using the V-Model development method, with an Arduino Uno R3 as the controller for the transmitter, an ESP32 as the controller for the receiver, a ZH03B sensor for measuring PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations, an MQ135 sensor for estimating carbon monoxide (CO) concentration, and a DHT22 sensor for measuring temperature and humidity. The measurement results were displayed on a 20 × 4 LCD module and the Blynk application. The test results showed average errors of 5.01% for PM_{2.5}, 4.35% for PM₁₀, 19.4% for the estimated CO concentration, 0.42% for temperature, and 0.98% for humidity. In the LoRa communication test, the measurement data were successfully received by the receiver at a distance of up to 1.4 km in a rooftop-to-rooftop scenario under Non-Line of Sight (NLoS) conditions. Based on the Indonesian Air Pollution Standard Index (ISPU) calculation, the obtained values ranged from 56 to 68, indicating that all measurement results were classified as Moderate. Based on the research findings, the developed system successfully measured air quality parameters, displayed the measurement results on a 20 × 4 LCD module and the Blynk application, and determined air quality categories based on the ISPU values.

Keywords: Air quality, Blynk, ISPU, LoRa, monitoring

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Rumusan Masalah	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	3
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN TEORITIK.....	5
2.1. Konsep Pengembangan Produk	5
2.2. Konsep Produk Yang Dikembangkan	7
2.3. Kerangka Teoritik.....	9
2.3.1. Pencemaran Udara	9
2.3.2. Gas Karbon Monoksida (CO)	11

2.3.3.	Partikel Matter (PM _{2,5} dan PM ₁₀).....	11
2.3.4.	Suhu dan Kelembaban	13
2.3.5.	Sistem Pengukuran Kualitas Udara.....	13
2.3.6.	LoRa.....	14
2.3.7.	<i>Internet of Things</i> (IoT).....	14
2.3.8.	Sistem Pengukuran Kualitas Udara Berbasis LoRa	15
2.3.9.	Modul Arduino UNO R3.....	16
2.3.10.	Arduino IDE.....	18
2.3.11.	Modul ESP32 DevKitC V1	19
2.3.12.	Modul ZH03B	20
2.3.13.	Modul MQ135.....	22
2.3.14.	Modul DHT22.....	24
2.3.15.	Modul LoRa E32-900T20D	26
2.3.16.	Liquid Crystal Display (LCD) 20 × 4	29
2.3.17.	Blynk.....	30
2.4.	Rancangan Produk	34
2.4.1.	Diagram Blok Sistem	34
2.4.2.	Diagram Alir Sistem.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		37
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	37
3.2.	Metode Pengembangan Produk	37
3.2.1.	Tujuan Pengembangan	37
3.2.2.	Metode Pengembangan	38
3.2.3.	Sasaran Produk.....	40
3.2.4.	Instrumen	40

3.3.	Prosedur Pengembangan	41
3.3.1.	Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi.....	42
3.3.2.	Tahap Perancangan.....	42
3.3.3.	Tahap Desain Produk	51
3.4.	Teknik Pengumpulan Data	53
3.5.	Teknik Analisis Data	54
3.5.1.	Kalibrasi Sensor	54
3.5.2.	Pengujian Jarak LoRa	61
3.5.3.	Pengujian <i>Interface</i>	61
3.5.4.	Pengujian Modul ZH03B	62
3.5.5.	Pengujian Modul MQ135.....	62
3.5.6.	Pengujian Modul DHT22.....	62
3.5.7.	Pengujian Sistem <i>Monitoring</i>	63
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	64
4.1.	Deskripsi Hasil Penelitian	64
4.1.1.	Langkah-Langkah Penggunaan Sistem	64
4.2.	Hasil Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Kualitas Udara.....	65
4.3.	Analisis Data Penelitian	65
4.3.1.	Hasil Kalibrasi sensor	66
4.3.2.	Hasil Pengujian Jarak LoRa	66
4.3.3.	Hasil Pengujian <i>Interface</i>	68
4.3.4.	Pengujian Modul ZH03B	68
4.3.5.	Pengujian Modul MQ135.....	69
4.3.6.	Hasil pengujian modul DHT22	69
4.3.7.	Hasil Pengujian Sistem <i>Monitoring</i>	70

4.4.	Pembahasan.....	81
4.4.1.	Kinerja Modul ZH03B	81
4.4.2.	Kinerja Modul MQ135.....	82
4.4.3.	Kinerja Modul DHT22.....	83
4.4.4.	Kinerja Modul LoRa	83
4.4.5.	Kinerja LCD 20 × 4 I2C dan Blynk	84
4.4.6.	Pengembangan Penelitian	84
4.5.	Aplikasi Hasil Penelitian.....	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		87
5.1.	Kesimpulan	87
5.2.	Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....		89
LAMPIRAN.....		94

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
Tabel 2.1.	Pengembangan Penelitian Relevan	8
Tabel 2.2.	Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	10
Tabel 2.3.	Breakpoint Konsentrasi CO	11
Tabel 2.4.	Klasifikasi kadar PM _{2,5} dan PM ₁₀	12
Tabel 2.5.	Spesifikasi ESP32 DevKitC V1	20
Tabel 2.6.	Spesifikasi LoRa E32-900T20D	26
Tabel 3.1.	Perangkat Lunak (Software)	40
Tabel 3.2.	Perangkat keras (<i>Hardware</i>)	41
Tabel 3.3.	Analisis kebutuhan	42
Tabel 3.4.	Konfigurasi pin Input dan Output pada sistem kendali Arduino Uno	44
Tabel 3.5.	Konfigurasi pin Input dan Output pada sistem kendali ESP32	45
Tabel 3.6.	Data Kalibrasi Sensor PM _{2,5}	56
Tabel 3.7.	Data Kalibrasi sensor PM ₁₀	57
Tabel 3.8.	Data Kalibrasi sensor Estimasi CO	58
Tabel 3.9.	Data Kalibrasi sensor Suhu	59
Tabel 3.10.	Data Kalibrasi sensor Kelembaban	60
Tabel 3.11.	Pengujian jarak LoRa	61
Tabel 3.12.	Pengujian Interface	61
Tabel 3.13.	Pengujian respons modul ZH03B dalam mengukur PM _{2,5}	62
Tabel 3.14.	Pengujian respons modul ZH03B dalam mengukur PM ₁₀	62
Tabel 3.15.	Pengujian respons modul MQ135	62
Tabel 3.16.	Pengujian modul DHT22 dalam mengukur suhu	62
Tabel 3.17.	Pengujian modul DHT22 dalam mengukur kelembaban	63
Tabel 3.18.	Pengujian sistem <i>monitoring</i>	63
Tabel 4.1.	Hasil kalibrasi	66
Tabel 4.2.	Uji jarak maksimum LoRa dengan penerima pada <i>Ground Level</i>	67
Tabel 4.3.	Uji jarak LoRa pada skenario rooftop-to-rooftop	67
Tabel 4.4.	Hasil pengujian <i>interface</i>	68
Tabel 4.5.	Hasil pengujian respons modul ZH03B dalam mengukur PM _{2,5}	68

Tabel 4.6. Hasil pengujian respons modul ZH03B dalam mengukur PM_{10}	69
Tabel 4.7. Hasil pengujian respons modul MQ135	69
Tabel 4.8. Hasil pengujian respons modul DHT22 dalam mengukur suhu	69
Tabel 4.9. Hasil pengujian modul DHT22 dalam mengukur kelembaban	70
Tabel 4.10. Hasil Pengujian Sistem Pada pagi Hari Sesudah Kalibrasi	70
Tabel 4.11. Hasil Pengujian Sistem Pada Siang Hari Sesudah Kalibrasi	74
Tabel 4.12. Hasil Pengukuran Sistem Pada Sore Hari Sesudah Kalibrasi	77



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2.1.	Tahapan V-Model	6
Gambar 2.2.	Arduino Uno R3	16
Gambar 2.3.	Pheriperal Arduino Uno R3	17
Gambar 2.4.	Skema pada rangkaian transmitter komunikasi LoRa	18
Gambar 2.5.	Arduino Ide	18
Gambar 2.6.	ESP32 DevKitC V1	19
Gambar 2.7.	Peripheral ESP32 DevKitC V1	19
Gambar 2.8.	Skema rangkaian receiver komunikasi LoRa	20
Gambar 2.9.	Modul ZH03B	21
Gambar 2.10.	Pinout sensor ZH03B	21
Gambar 2.11.	Skema ZH03B dengan Arduino UNO R3	22
Gambar 2.12.	MQ-135	23
Gambar 2.13.	Skema MQ - 135 dengan Arduino UNO R3	24
Gambar 2.14.	DHT22	24
Gambar 2.15.	Skema DHT22 dengan Arduino UNO R3	25
Gambar 2.16.	LoRa E32	26
Gambar 2.17.	Pin out LoRa E32	26
Gambar 2.18.	Skema LoRa E32 transmitter dengan Arduino UNO R3	27
Gambar 2.19.	Skema LoRa Receiver dengan ESP32 DevKitC V1	28
Gambar 2.20.	Liquid Crystal Display (LCD) 20 × 4	29
Gambar 2.21.	Skema LCD I2C 20×4 dengan ESP32 DevKitC V1	29
Gambar 2.22.	Blynk	30
Gambar 2.23.	Membuat template baru	31
Gambar 2.24.	Tampilan membuat template baru	32
Gambar 2.25.	Template name, dan ID blynk	32
Gambar 2.26.	Membuat device baru	33
Gambar 2.27.	Auth token device blynk	33
Gambar 2.28.	Menyalin template name, ID dan auth token ke Arduino IDE	34
Gambar 2.29.	Blok Diagram Sistem	34
Gambar 2.30.	Diagram Alir Sistem	36

Gambar 3.1. V-Model	38
Gambar 3.2. Arduino Uno R3	43
Gambar 3.3. ESP32 DevKitC V1	43
Gambar 3.4. Tampilan Arduino IDE	46
Gambar 3.5. Flowchart program bagian transmitter	47
Gambar 3.6. Flowchart program bagian receiver	47
Gambar 3.7. Membuat datastream baru	48
Gambar 3.8. Parameter pengukuran datastream yang telah dibuat	49
Gambar 3.9. Membuat tampilan <i>dashboard</i>	49
Gambar 3.10. Menghubungkan datastream dengan widget	50
Gambar 3.11. Widget settings	50
Gambar 3.12. Tampilan dashboard sistem monitoring kualitas udara	51
Gambar 3.13. Skema layout PCB transmitter	51
Gambar 3.14. Skema layout PCB receiver	52
Gambar 3.15. Desain transmitter tampak kiri	52
Gambar 3.16. Desain transmitter tampak kanan	52
Gambar 3.17. Desain receiver	53
Gambar 4.1. Gambar hasil perancangan sistem alat	65
Gambar 4.2. Aplikasi Hasil Penelitian	86

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
Lampiran 1.	Program Arduino IDE Bagian <i>Transmitter</i>	94
Lampiran 2.	Program Arduino IDE Bagian Receiver	97
Lampiran 3.	Dokumentasi Produk	107
Lampiran 4.	Daftar Riwayat Hidup	108

