



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**



**RIKY ALAM MA'ARIF**  
**41422110008**

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MERCU BUANA**  
**JAKARTA**  
**2024**



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KUALITAS  
UDARA BERSTANDAR ISPU (PM2.5 DAN CO)  
TERINTEGRASI *NODE-RED* DAN TELEGRAM**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

**NAMA : RIKY ALAM MA'ARIF**  
**NIM : 41422110008**  
**PEMBIMBING : AHMAD FIRDAUSI, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Riky Alam Ma'arif  
NIM : 41422110008  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul : Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Berstandar ISPU (PM2.5 dan CO) Terintegrasi Node-red dan Telegram

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

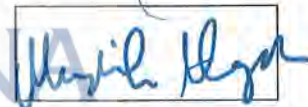
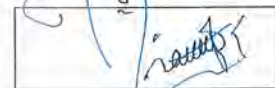
Disahkan oleh:

Pembimbing : Ahmad Firdausi, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 0315079002

Ketua Penguji : Dr. Dian Widi Astuti, ST. MT  
NIDN/NIDK/NIK : 0330127810

Anggota Penguji : Prof. Mudrik Alaydrus  
NIDN/NIDK/NIK : 0311057101

Tanda Tangan



Jakarta, 23 Januari 2024

Mengetahui,

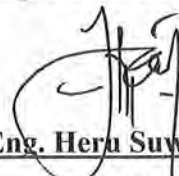
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN: 0307037202

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc

NIDN: 0314089201

## HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Firdausi, S.T., M.T  
NIDN/NIDK : 0315079002  
Jabatan : Dosen Teknik Elektro

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Riky Alam Ma'arif  
N.I.M : 41422110008  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Berstandar ISPU (PM2.5 dan CO) Terintegrasi Node-red dan Telegram

telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Selasa, Januari 2024 dengan hasil presentase sebesar 38% dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 21 Januari 2024



Ahmad Firdausi, S.T., M.T.

## HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riky Alam Ma'arif  
N.I.M : 41422110008  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Berstandar ISPU (PM2.5 dan CO) Terintegrasi Node-red dan Telegram

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 20 Januari 2024

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



Riky Alam Ma'arif

## ABSTRAK

Kualitas udara memiliki dampak besar pada kualitas hidup. paparan jangka panjang terhadap udara yang tercemar dapat menyebabkan masalah kesehatan permanen. Beberapa parameter yang menyebabkan tercemarnya udara adalah *Particulate matter* (PM2.5) dan Karbon Monoksida (CO). Sejumlah studi epidemiologi dengan jelas mengaitkan polutan udara dengan asma, bronkitis, serangan jantung, dan stroke. Salah satu upaya mitigasi polusi udara adalah deteksi dini tingkat pencemaran udara di sekitar baik dalam maupun luar ruangan. Hasil pemantauan kualitas udara menurut peraturan Kementerian Lingkungan hidup dan kehutanan Indonesia disampaikan dalam bentuk Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU), Oleh karna itu penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah alat pemantauan kualitas udara Berstandar ISPU (PM2.5 dan CO) terintegrasi Node-red dan Telegram yang memiliki ukuran yang kecil, fleksibel, dan *low-cost*.

Pada penelitian ini terdapat dua sensor yaitu sensor Sharp GP2Y101AUOF untuk mendeteksi Kadar PM2.5 di udara dan sensor MQ-135 untuk mendeteksi kandungan CO di udara. Kedua sensor tersebut dihubungkan dengan Arduino Nano sebagai Mikrokontroler, *Output* dari sistem ini menampilkan nilai PM2.5 dan CO dengan layar OLED, selain itu saat terhubung dengan raspberry dapat menggunakan teknologi IoT untuk menampilkan data dalam bentuk website Node-red dan Telegram. Sistem ini di tenagai oleh baterai litium 3 Ah.

Hasil pengujian dari sistem ini menunjukkan nilai Akurasi dari sensor Sharp GP2Y101AUOF untuk membaca kadar PM2.5 mencapai 98.43%, dan akurasi Sesnor MQ-135 untuk membaca kadar Karbon Monoksida (CO) mencapai 84.74%. dengan penggunaan baterai diprediksi mampu menyalakan sistem selama 25 jam. Hasil pembacaan sensor ditampilkan di layar oled dan juga platform IoT berupa website Node-red serta notifikasi *alarm* dengan telegram jika nilai di atas ambang batas normal.

Kata Kunci : Kualitas Udara, PM2.5, CO, IoT, Node-red, CO, Baterai, ISPU, Fleksibel, *Low-Cost*

## **ABSTRACT**

*Air quality has a significant impact on the quality of life, as prolonged exposure to polluted air can lead to permanent health issues. Some parameters contributing to air pollution include Particulate Matter (PM2.5) and Carbon Monoxide (CO). Numerous epidemiological studies have clearly linked air pollutants to conditions such as asthma, bronchitis, heart attacks, and strokes. One mitigation effort against air pollution is the early detection of pollution levels both indoors and outdoors. The results of air quality monitoring, according to the regulations of the Indonesian Ministry of Environment and Forestry, are conveyed through the Air Pollution Standard Index (ISPU). Therefore, this research aims to create a standardized ISPU air quality monitoring device integrated with Node-Red and Telegram, characterized by its small size, flexibility, and low cost.*

*In this study, two sensors are employed: the Sharp GP2Y101AUOF sensor for detecting PM2.5 levels in the air and the MQ-135 sensor for detecting CO content in the air. Both sensors are connected to an Arduino Nano as the microcontroller. The system's output displays PM2.5 and CO values on an OLED screen. Additionally, when connected to a Raspberry Pi, IoT technology is utilized to present data in the form of a Node-Red website and Telegram notifications. The system is powered by a 3 Ah lithium battery.*

*Test results indicate an accuracy of 98.43% for the Sharp GP2Y101AUOF sensor in reading PM2.5 levels and an accuracy of 84.74% for the MQ-135 sensor in reading Carbon Monoxide (CO) levels. With the use of the predicted battery, the system is expected to operate for approximately 25 hours. Sensor readings are displayed on the OLED screen, the Node-Red website, and Telegram notifications are sent if values exceed normal thresholds.*

*Keywords: Air Quality, PM2.5, CO, IoT, Node-red, Telegram, Battery, Air Quality Index (ISPU), Flexible, Low-Cost.*

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* rabbil'alamin, segala puji dan syukur kehadirat Allah subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad sallallahu alaihi wasallam. beserta keluarganya, sahabatnya, dan kita sebagai umatnya hingga akhir zaman. “

Laporan Tugas Akhir ini diajukan guna memenuhi syarat kelulusan Program Sarjana Strata Satu (S1) di Universitas Mercu Buana. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan dalam penyusunan laporan ini. Secara khusus, ucapan terima kasih penulis tujukan kepada:

1. Allah Subhanahu wa ta'la yang telah memberikan kesehatan, dan kelancaran dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Keluarga tercinta yang telah memberikan ijin, doa, motivasi baik materil dan spritual.
3. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST, M.Sc selaku kaprodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
4. Bapak Ahmad Firdausi, ST, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc selaku Koordinator Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
6. Keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan doa selama melaksanakan studi.
7. Semua pihak yang telah membantu proses penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis akan menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca mengenai Tugas Akhir ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, maupun rekan-rekan mahasiswa



terutama Program Studi S1- Teknik Elektro. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Jakarta, Januari 2024

Riky Alam Ma'arif



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL/COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i></b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Kerangka Pemikiran.....	14
2.3 Dasar Teori.....	15
2.3.1 Pencemaran Udara.....	15
2.3.2 <i>Particulate Matter 2,5</i> .....	17
2.3.3 Karbon monoksida ( <i>carbon monoxide-CO</i> ).....	18
2.3.4 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).....	20
2.3.5 <i>Internet Of Things (IoT)</i> .....	22
2.3.6 Protokol <i>Message Queue Telemetry Transport (MQTT)</i> .....	23
2.3.7 Arduino NANO .....	24

2.3.8 Raspberry Pi-3.....	26
2.3.9 <i>Wi-Fi</i> .....	27
2.3.10 Sensor Debu GP2Y1014AU0F .....	27
2.3.11 Sensor MQ-135 .....	28
2.3.12 Baterai.....	30
2.3.13 Modul Charger TP4056 .....	32
2.3.14 Modul OLED 12C 1,3”.....	33
2.3.15 MSA ALTAIR 4X .....	34
2.3.16 Arduino IDE .....	35
2.3.17 Python IDE.....	36
2.3.18 Node-RED.....	36
2.3.19 Telegram bot.....	37
<b>BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....</b>	<b>39</b>
3.1 Alur Perancangan Alat.....	39
3.2 Deskripsi Sistem .....	40
3.3 Arsitektur Sistem.....	41
3.4 Perancangan Perangkat Keras.....	42
3.4.1 Perancangan Mekanik.....	42
3.4.2 Perancangan Elektronik.....	44
3.5 Perancangan Perangkat Lunak .....	45
3.5.1 Flowchart Program .....	45
3.6 Perancangan Komunikasi/Pengiriman Data .....	46
3.6.1 Flowchart Pengiriman Data dengan Protokol MQTT .....	47
3.7 Metode Pengambilan Data Sensor .....	48
3.7.1 Metode Pengambilan Data Sensor Sharp GP2Y1014AU0F (PM 2.5).....	49
3.7.2 Metode Pengambilan Data Sensor MQ-135 (CO/Karbon Monoksida).....	51
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>53</b>
4.1 Pengujian Baterai Litium-ion 3,7 V .....	53
4.1.1 Analisa Baterai .....	54
4.2 Hasil Pengujian dan Analisa Sensor Sharp GP2Y1014AU0F (PM2.5).....	55
4.2.1 Pengujian di Bundaran Hotel Indonesia .....	55

4.2.2 Pengujian Di beberapa titik jalanan.....	58
4.2.3 Pengujian Di beberapa Lokasi .....	59
4.3 Hasil Pengujian dan Analisa Sensor MQ-135 (CO).....	60
4.3.1 Pengujian dan Analisa pada Udara Bersih.....	61
4.3.2 Pengujian dan Analisa pada sampel asap obat anti nyamuk .....	64
4.3.3 Pengujian dan Analisa pada keluaran knalpot motor .....	66
4.3.4 Pengujian dan Analisa dengan Standar ISPU .....	68
4.4 Hasil Pengujian Tampilan Layar OLED 1.3” .....	69
4.5 Hasil Pengujian monitoring dengan Node-red.....	70
4.6 Hasil Pengujian Notifikasi dengan Telegram .....	71
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>73</b>
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>79</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ranting Pohon dari Referensi Jurnal .....	14
Gambar 2.2 Presentase Referensi Jurnal yang Digunakan dalam Bentuk Diagram Lingkaran .....	14
Gambar 2.3 Spektrum Respon Biologis tanaman terhadap Pencemaran Udara ...	16
Gambar 2.4 Ukuran <i>Particulate Matter</i> 2.5 .....	17
Gambar 2.5 Konsep dan cara kerja IoT .....	22
Gambar 2.6 Prinsip Kerja Protokol MQTT .....	23
Gambar 2.7 Pinout Arduino Uno R3 (Sumber: Datasheet Arduino® NANO R3)	25
Gambar 2.8 pinout Raspberry Pi 3 (Sumber: Datasheet Raspberry Pi3).....	26
Gambar 2.9 sensor Sharp GP2Y101AUOF.....	28
Gambar 2.10 MQ-135 (Sumber: Datasheet MQ-135).....	29
Gambar 2.11 Baterai Litium ion 3,7V .....	31
Gambar 2.12 Modul <i>Charger</i> TP4056 Type .....	33
Gambar 2.13 Modul Oled I2C 1,3 Inchi warna putih.....	33
Gambar 2.14 Alat ukur CO. MSA ALTAIR 4X.....	35
Gambar 2.15 Software Arduino IDE .....	35
Gambar 2.16 <i>Software Python</i> Program.....	36
Gambar 2.17 <i>Flow</i> Node-red.....	37
Gambar 2.18 <i>User Interface</i> Node-red.....	37
Gambar 2.19 <i>BotFather</i> Telegram .....	38
Gambar 3.1 Alur Perancangan Alat .....	39
Gambar 3.2 Diagram Blok Arsitektur Sistem .....	41
Gambar 3.3 Desain Mekanik Alat .....	43
Gambar 3.4 Konfigurasi Perangkat elektronik.....	44
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Program Arduino .....	46
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Pengiriman data dengan Raspberry Pi .....	47
Gambar 3.7 Desain Tampilan <i>user Interface</i> Node-red .....	48
Gambar 3.8 Metode Pengambilan data di Bundaran Hotel Indonesia.....	50
Gambar 3.9 MSA Altair 4x .....	51

Gambar 3.10 Pengambilan data Terpapar asap obat anti nyamuk.....	52
Gambar 4.1 Pengukuran Tegangan dan Arus pada Baterai .....	53
Gambar 4. 2 Proses Pengukuran PM2.5 di Bundaran Hotel Indonesia .....	55
Gambar 4.3 Program Arduino Konversi ke satuan ISPU.....	57
Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran PM2.5 di jalanan .....	58
Gambar 4.5 Grafik pengukuran PM2.5 di beberapa lokasi.....	60
Gambar 4.6 Grafik Pengukuran CO dengan MSA 4x dan MQ-135.....	63
Gambar 4.7 Grafik Pengukuran CO dengan MSA 4x dan MQ-135.....	65
Gambar 4.8 Grafik Pengukuran CO dengan MSA 4x dan MQ-135.....	67
Gambar 4.9 Pengujian Tampilan Layar OLED .....	70
Gambar 4.10 Tampilana monitoring dengan Node-red .....	71
Gambar 4.11 Tampilan notifikasi Telegram .....	72



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Rangkuman jurnal perbandingan untuk penelitian .....	11
Tabel 2.2 Parameter Indeks Standar Pencemaran Udara .....	21
Tabel 2.3 Batas Indeks Standar pencemaran Udara dalam satuan SI .....	21
Tabel 2.4 Kategori Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) .....	22
Tabel 2.5 Spesifikasi Arduino Nano .....	25
Tabel 2.6 Spesifikasi Raspberry Pi 3 .....	26
Tabel 2.7 spesifikasi sensor Sharp GP2Y101AUOF .....	28
Tabel 3.1 Alokasi Pin Arduino Nano .....	44
Tabel 3.2 Konfigurasi Broker MQTT .....	47
Tabel 3.3 Kategori Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU).....	49
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan dan arus baterai Litium .....	54
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran di Bundaran HI, Jakarta Pusat.....	56
Tabel 4.3 Hasil Pengujian di beberapa Lokasi .....	59
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran pada udara biasa .....	61
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran pada udara terpapar asap obat anti nyamuk.....	64
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran pada udara dari keluaran knalpot motor .....	66
Tabel 4.7 Pengiriman data Telegram.....	71

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA