

**PERANCANGAN DAN ANALISIS SISTEM KUALITAS
UDARA BERBASIS IOT DENGAN INTEGRASI DATA
REAL-TIME KE APLIKASI WEB DI LINGKUNGAN PABRIK
KELAPA SAWIT PT. GEMAREKSA MEKARSARI**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi S1 Informatika



disusun oleh
Sigid Nur Rohim
21.11.4005

Kepada
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2025**

**PERANCANGAN DAN ANALISIS SISTEM KUALITAS
UDARA BERBASIS IOT DENGAN INTEGRASI DATA
REAL-TIME KE APLIKASI WEB DI LINGKUNGAN PABRIK
KELAPA SAWIT PT. GEMAREKSA MEKARSARI**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi S1 Informatika



disusun oleh
Sigid Nur Rohim
21.11.4005

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PERANCANGAN DAN ANALISIS SISTEM KUALITAS
UDARA BERBASIS IOT DENGAN INTEGRASI DATA
REAL-TIME KE APLIKASI WEB DI LINGKUNGAN PABRIK
KELAPA SAWIT PT. GEMAREKSA MEKARSARI**

yang disusun dan diajukan oleh

Sigid Nur Rohim

21.11.4005

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 10 Juni 2025

Dosen Pembimbing,



Uvock Anggoro Saputro, S.Kom., M.Kom.

NIK. 19030241

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN ANALISIS SISTEM KUALITAS
UDARA BERBASIS IOT DENGAN INTEGRASI DATA
REAL-TIME KE APLIKASI WEB DI LINGKUNGAN PABRIK
KELAPA SAWIT PT. GEMAREKSA MEKARSARI

yang disusun dan diajukan oleh

Sigid Nur Rohim

21.11.4005

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 10 Juni 2025

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Ali Mustopa, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302192

Surya Tri Atmaja Ramadhani, S.Kom., M.Eng
NIK. 190302481

Uvock Anggoro Saputro, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302419



Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 10 Juni 2025

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Prof. Dr. Kusriani, M.Kom
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Sigid Nur Rohim
NIM : 21.11.4005

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

**PERANCANGAN DAN ANALISIS SISTEM KUALITAS UDARA
BERBASIS IOT DENGAN INTEGRASI DATA REAL-TIME KE APLIKASI
WEB DI LINGKUNGAN PABRIK KELAPA SAWIT PT. GEMAREKSA
MEKARSARI**

Dosen Pembimbing : Uyock Anggoro Saputro, S.Kom., M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 10 Juni 2025

Yang Menyatakan,



Sigid Nur Rohim

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Sesungguhnya Al-Qur'an ini memberikan petunjuk kepada (jalan) yang lebih lurus dan memberi kabar gembira kepada orang-orang mukmin yang mengerjakan kebajikan bahwa bagi mereka ada pahala yang besar”

(QS. Al-Isra: 9)

Alhamdulillahirobbil Allamin, karya ini merupakan bentuk rasa syukur saya kepada Allah SWT karena telah memberikan kekuatan, kesabaran dan kemudahan dalam setiap langkah perjalananku sehingga terselesaikannya karya ini.

Karya ini saya persembahkan sebagai tanda bukti sayang dan cinta yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Sumarto dan terkhusus Ibu Samikem, yang senantiasa mendoakan dan menyertai langkah saya, memberikan semangat, kasih sayang, serta pengorbanan tanpa batas yang membuat saya sampai di titik sekarang.

Karya ini juga saya persembahkan untuk orang-orang yang telah mendukung saya sampai di titik ini khususnya kakek nenek, tidak luput pula keluarga besar saya.

Karya ini saya persembahkan juga untuk kawan-kawan seperjuangan yang telah banyak memberikan dukungan dan berbagi beban serta nasib yang sama terutama teman kontrakan saya Aris Setiawan dan Mikaro Sutikno.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan dan Analisis Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis IoT dengan Integrasi Data Real-time ke Aplikasi Web di Lingkungan Pabrik Kelapa Sawit PT. Gemareksa Mekarsari” dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Universitas Amikom Yogyakarta. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M.Suyanto, MM. selaku Rektor di Universitas Amikom Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk studi di Universitas Amikom Yogyakarta.
2. Bapak Uyock Anggoro Saputro, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis.
3. Keluarga dan kedua orang tua penulis yang tersayang yang telah memberikan dukungan dalam berbagai bentuk yang tak terbatas nilainya yang selalu mengiringi setiap langkah penulis.
4. Teman-teman penulis yang senantiasa mengiringi langkah penulis sebagai rekan seperjuangan.
5. Diri sendiri, Sigid Nur Rohim, yang sudah bertahan dan tidak menyerah untuk bisa sampai di titik ini.

Yogyakarta, 10 Juni 2025

Penulis

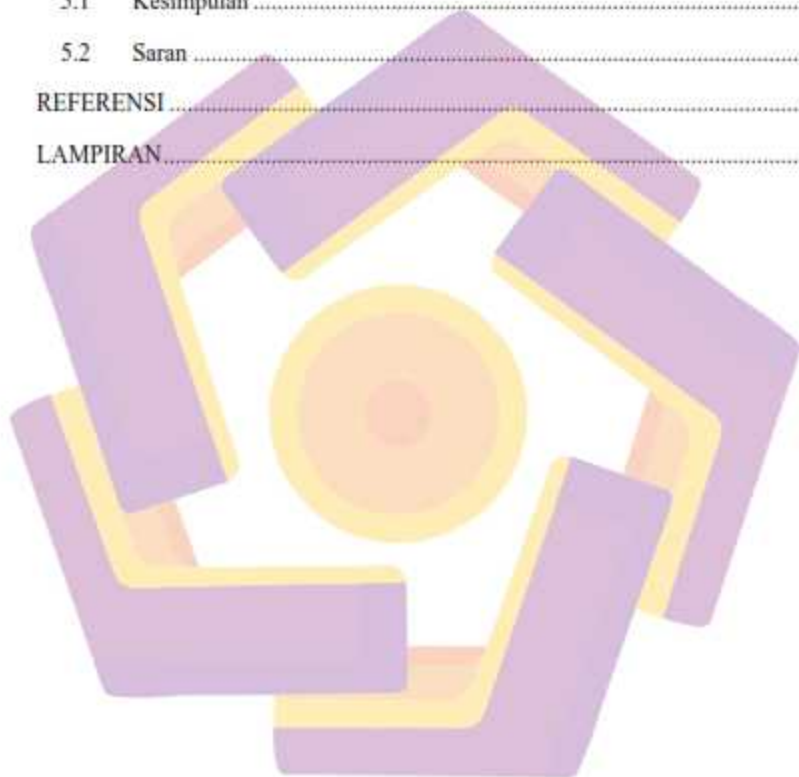
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
INTISARI	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Literatur	6

2.2	Dasar Teori.....	15
2.2.1	PT. Gemareksa Mekarsari.....	15
2.2.2	Kelapa Sawit	16
2.2.3	Pembakaran Kelapa Sawit	16
2.2.4	Karbon Monoksida.....	17
2.2.7	<i>Internet of Things</i>	18
2.2.8	Mikrokontroler.....	20
2.2.9	NodeMCU ESP32.....	20
2.2.10	OLED 0.96.....	21
2.2.11	Board Ekspansi ESP	22
2.2.12	BMS (<i>Battery Management System</i>).....	22
2.2.13	Baterai	23
2.2.14	TP4056.....	24
2.2.15	<i>Buzzer</i>	24
2.2.16	Arduino IDE.....	25
2.2.17	Fritzing.....	25
2.2.18	Aplikasi Web	26
2.2.19	Metode Waterfall	29
2.2.20	Kalibrasi Sensor.....	30
2.2.21	Teori Interval Sampling dan Stabilisasi Sensor	34
BAB III METODE PENELITIAN		35
3.1	Objek Penelitian.....	35
3.2	Alur Penelitian	35
3.3	Tahapan Perencanaan.....	37
3.4	Tahapan Teknik Pengumpulan Data.....	38

3.4.1	Metode Pengumpulan Data	38
3.4.2	Analisa Kebutuhan Sistem	39
3.4.3	Analisa Alat dan Bahan yang Dibutuhkan Sistem	40
3.5	Tahapan Perancangan Sistem	42
3.6	Tahapan Perancangan <i>Hardware</i>	45
3.6.1	Perancangan NodeMCU dengan Sensor Gas MQ-2	45
3.6.2	Perancangan NodeMCU dengan MQ-135	47
3.6.3	Perancangan NodeMCU dengan OLED 0.96	48
3.6.4	Perancangan NodeMCU dengan BMS	49
3.6.5	Perancangan NodeMCU dengan <i>Buzzer</i>	50
3.6.6	Perancangan BMS dengan Baterai	51
3.6.7	Perancangan Batrai dengan TP4056	52
3.6.8	Perancangan Keseluruhan Komponen	53
3.6.9	Perancangan Umum Desain Alat	54
3.7	Tahapan Perancangan <i>software</i>	55
3.7.1	Perancangan <i>Software</i> OLED	55
3.7.2	Perancangan Website Pemantauan	55
3.8	Skenario Pengujian	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		59
4.1	Hasil Pengujian	59
4.1.1	Pengujian Komponen	59
4.1.2	Pengujian Kode Program	65
4.1.3	Kalibrasi Sensor	70
4.1.4	Implementasi Alat	73
4.2	Analisis Hasil Pengujian	74

4.2.1	Analisis Hasil Pengujian Alat	74
4.2.2	Analisis Hasil pengujian web.....	79
4.3	Pembahasan.....	82
BAB V PENUTUP		85
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran	86
REFERENSI		87
LAMPIRAN.....		93



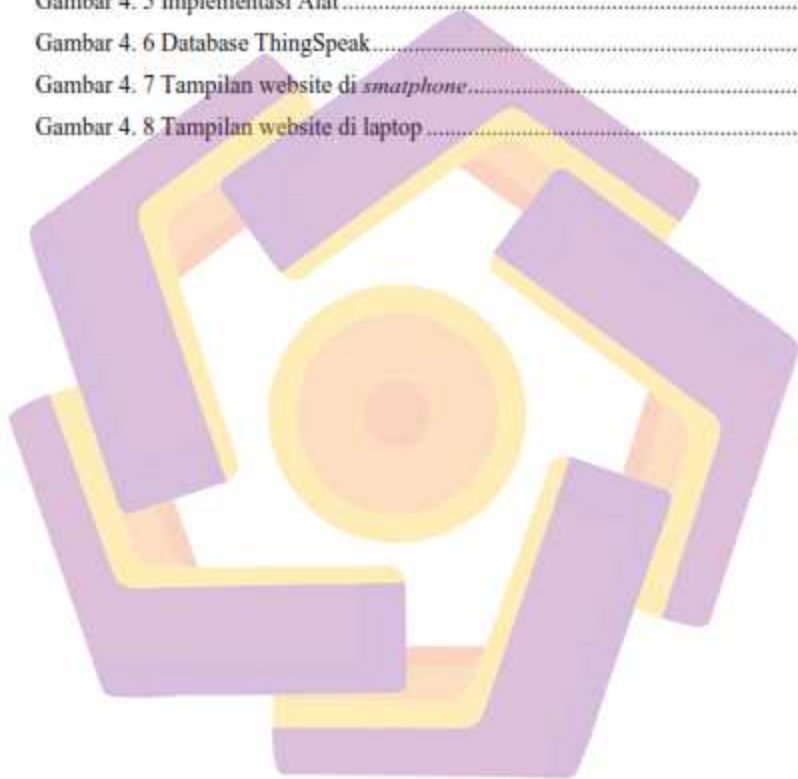
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 keaslian Penelitian	10
Tabel 3. 1 Alat yang Digunakan	41
Tabel 3. 2 Bahan yang Digunakan	41
Tabel 3. 3 Peletakan pin MQ-3 ke NodeMCU ESP32.....	46
Tabel 3. 4 Peletakan pin MQ-135 ke NodeMCU ESP32.....	48
Tabel 3. 5 Peletakan pin OLED ke NodeMCU ESP32.....	49
Tabel 3. 6 Peletakan pin BMS ke NodeMCU ESP32.....	50
Tabel 3. 7 Peletakan pin Modul GSM ke NodeMCU ESP32.....	51
Tabel 3. 8 Peletakan pin BMS ke Baterai	52
Tabel 3. 9 Peletakan pin TP4056 ke Baterai.....	53
Tabel 3. 10 Skenario Pengujian	56
Tabel 4. 1 Pengujian Noda MCU ESP32.....	60
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor MQ-2.....	61
Tabel 4. 3 Pengujian MQ-135.....	62
Tabel 4. 4 Pengujian OLED.....	63
Tabel 4. 5 Database ThingSpeak.....	63
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Pagi Hari 1	75
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengujian Sore Hari 1	75
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengujian Pagi Hari 2	77
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengujian Sore Hari 2	78

DAFTAR GAMBAR

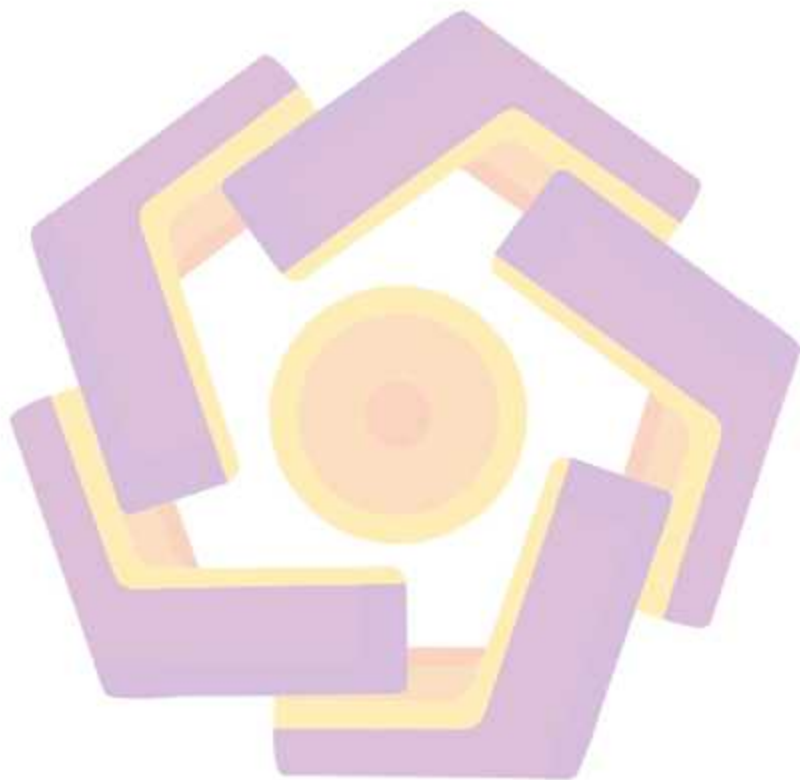
Gambar 2. 1 Logo PT. Gemareksa Mekarsari	15
Gambar 2. 2 Mesin <i>boiler</i> pabrik kelapa sawit	17
Gambar 2. 3 Sensor gas MQ-2.....	19
Gambar 2. 4 Sensor kualitas udara MQ-135.....	20
Gambar 2. 5 Mikrokontroler Arduino.....	20
Gambar 2. 6 NodeMCU ESP32	21
Gambar 2. 7 OLED 0.96	21
Gambar 2. 8 Board Ekspansi ESP.....	22
Gambar 2. 9 BMS (<i>Battery Management System</i>).....	23
Gambar 2. 10 Baterai <i>Lithium-ion</i>	23
Gambar 2. 11 TP4056	24
Gambar 2. 12 <i>Buzzer</i>	25
Gambar 2. 13 <i>Software</i> Arduino IDE.....	25
Gambar 2. 14 <i>Software</i> Fritzing.....	26
Gambar 2. 15 Alur metode pengembangan air terjun (<i>Waterfall</i>).....	29
Gambar 2. 16 Skema nilai R_s/R_0 MQ-2.....	32
Gambar 2. 17 Skema nilai R_s/R_0 MQ-135.....	33
Gambar 3. 1 Alur penelitian.....	36
Gambar 3. 2 Gambaran umum sistem.....	42
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> algoritma sistem.....	44
Gambar 3. 4 Blok diagram sistem.....	44
Gambar 3. 5 Rangkaian NodeMCU ke MQ-2	46
Gambar 3. 6 Rangkaian NodeMCU ke MQ-135	47
Gambar 3. 7 Rangkaian NodeMCU ke OLED	49
Gambar 3. 8 Rangkaian NodeMCU ke BMS.....	50
Gambar 3. 9 Rangkaian NodeMCU ke Buzzer.....	51
Gambar 3. 10 Rangkaian BMS ke baterai	52
Gambar 3. 11 Rangkaian Baterai ke TP4056.....	53
Gambar 3. 12 Rangkaian keseluruhan komponen	54
Gambar 3. 13 Desain alat.....	54

Gambar 3. 14 <i>Dashboard monitoring</i>	56
Gambar 4. 1 Noda MCU ESP32	59
Gambar 4. 2 Sensor MQ-2	60
Gambar 4. 3 Sensor MQ-135	61
Gambar 4. 4 Modul OLED	62
Gambar 4. 5 Implementasi Alat	74
Gambar 4. 6 Database ThingSpeak.....	80
Gambar 4. 7 Tampilan website di <i>smatphone</i>	81
Gambar 4. 8 Tampilan website di laptop	81



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program	93
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian	97
Lampiran 3. Tampilan website	99
Lampiran 4. Tampilan ThingSpeak	100



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN



α (alpha)	Konstanta kalibrasi dalam rumus
API	<i>Application Programming Interface</i>
BMS	<i>Battery Management System</i>
CH ₄	Metana
CO	Karbon monoksida
CPO	<i>Crude Palm Oil</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
JS	<i>Java Script</i>
k Ω	Kilo Ohm
NH ₃	Amonia
O ₃	Ozon
ppm	parts per million
PT	Perseroan Terbatas
R ₀	Resistensi udara bersih
R _s	Resistensi sensor
URL	Uniform Resource Locator
SO ₂	Sulfur dioksida
V (voltase)	Tegangan

DAFTAR ISTILAH

<i>Dashboard</i>	Tampilan visual data secara <i>real-time</i>
<i>Delay</i>	Waktu tunda dalam proses sistem
Emisi	Zat yang dilepaskan ke lingkungan
<i>Flowchart</i>	Diagram alir urutan proses sistem
Fluktuasi	Perubahan nilai naik turun
<i>Input</i>	Data yang masuk ke dalam sistem
Kalibrasi	Penyesuaian alat ukur dengan standar
<i>Machine Learning</i>	Sistem belajar dari data otomatis
Mikrokontroler	Chip yang mengendalikan perangkat elektronik
<i>Monitoring</i>	Pengamatan sistem secara terus-menerus
MQ-2	Sensor gas untuk mendeteksi asap
MQ-135	Sensor gas untuk polutan berbahaya
OLED	Layar organik dengan kontras tinggi
<i>Output</i>	Data keluar setelah pemrosesan sistem
Parameter	Nilai pengontrol dalam suatu sistem
Platform	Dasar teknis pengembangan sistem
Polutan	Zat yang mencemari lingkungan
Port	Titik sambung antar perangkat atau sistem
<i>Pre-heating</i>	Pemanasan awal sensor sebelum digunakan
<i>Real-time</i>	Data diproses seketika diterima
Sensor	Alat pendeteksi perubahan fisik/kimia
<i>Server</i>	Penyedia layanan atau sumber daya jaringan
Website	Halaman informasi di Internet

INTISARI

Industri kelapa sawit memberikan kontribusi besar bagi perekonomian Indonesia, namun aktivitas produksinya dapat menghasilkan emisi polutan yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan. Penelitian ini merancang dan menguji sistem pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan NodeMCU ESP32, sensor MQ-2, dan MQ-135 yang terintegrasi ke dalam aplikasi web melalui platform ThingSpeak. Sistem ini diuji di tiga titik lokasi pabrik PT. Gemareksa Mekarsari selama dua hari untuk memantau gas CO, CH₄, dan NH₃ secara *real-time*. Hasil menunjukkan bahwa alat mampu membaca dan mengirim data dengan akurat, didukung oleh tampilan website yang responsif dan aksesibilitas tinggi. Konsentrasi polutan bervariasi tergantung lokasi, namun secara umum kualitas udara masih dalam batas aman. Sistem ini efektif digunakan sebagai solusi pemantauan lingkungan di sektor industri untuk mendukung kesehatan kerja dan perlindungan lingkungan.

Kata kunci: *Internet of Things*, kualitas udara, sensor gas, aplikasi web, industri kelapa sawit.

ABSTRACT

The palm oil industry significantly contributes to Indonesia's economy; however, its production activities can emit pollutants that negatively impact the environment and public health. This study designs and tests an air quality monitoring system based on the Internet of Things (IoT) using a NodeMCU ESP32, MQ-2, and MQ-135 sensors, integrated into a web application via the ThingSpeak platform. The system was tested at three location points within the PT. Gemareksa Mekarsari factory over two days to monitor CO, CH₄, and NH₃ gases in real-time. The results show that the device can accurately read and transmit data, supported by a responsive website display and high accessibility. Pollutant concentrations varied depending on the location but generally remained within safe limits. This system proves effective as an environmental monitoring solution in the industrial sector to support occupational health and environmental protection.

Keyword: Internet of Things, air quality, gas sensors, web application, palm oil industry.