



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERANCANGAN SISTEM ALAT PEMBAKAR SAMPAH RUMAH TANGGA MINIM ASAP

Sub Judul:

**Sistem Monitoring dan Analisis Kualitas Emisi Gas Buang Berbasis IoT Pada
Alat Pembakar Sampah Rumah Tangga Minim Asap**

SKRIPSI
POLITEKNIK
MALLENA SERLY RAHMADANI
2203431035
NEGERI
JAKARTA

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN SISTEM ALAT PEMBAKAR SAMPAH RUMAH
TANGGA MINIM ASAP**

Sub Judul:

**Sistem Monitoring dan Analisis Kualitas Emisi Gas Buang Berbasis IoT Pada
Alat Pembakar Sampah Rumah Tangga Minim Asap**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Terapan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

MALLENA SERLY RAHMADANI

2203431035

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Mallena Serly Rahmadani

NIM : 2203431035

Tanda Tangan : 

Tanggal : 06 Juli 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : Mallena Serly Rahmadani

NIM : 2203431035

Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri

Judul Tugas Akhir : Sistem Monitoring dan Analisis Kualitas Emisi Gas Buang Berbasis IoT Pada Alat Pembakar Sampah Rumah Tangga Minim Asap

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada 23 Juni 2026, dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing : Dian Figana, S.T., M.T.
NIP. 198503142015041002

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 06 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003222002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sistem Monitoring dan Analisis Kualitas Emisi Gas Buang Berbasis IoT Pada Alat Pembakar Sampah Rumah Tangga Minim Asap

Abstrak

Pembakaran sampah rumah tangga secara terbuka masih umum dilakukan masyarakat Indonesia, namun menghasilkan emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan nitrogen oksida (NOx) yang berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan. Penelitian ini merancang sistem monitoring emisi gas buang berbasis Internet of Things (IoT) pada alat pembakar sampah rumah tangga minim asap dengan kontrol suplai udara menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor MQ-7 (CO) dan MQ-135 (NOx), mengirimkan data secara real-time ke database cloud Supabase melalui protokol HTTP, dan divisualisasikan melalui dashboard web yang di-deploy pada platform Vercel. Hasil pengujian menunjukkan sistem pengiriman data bekerja handal dengan akurasi 99,16%, package loss 0,83%, serta aksesibilitas dashboard 100% dengan waktu respons rata-rata 175,10 ms. Analisis emisi terhadap dua keadaan alat yaitu menggunakan kontrol fuzzy logic dan tanpa kontrol dibandingkan dengan Permen LHK No. 70 Tahun 2018 menunjukkan parameter CO pada dua kondisi pengujian memenuhi baku mutu, namun NOx pada kedua kondisi masih melampaui ambang batas 470 mg/Nm³. Optimalisasi pengelolaan suhu pembakaran diperlukan untuk menekan pembentukan thermal NOx agar seluruh parameter emisi memenuhi standar regulasi yang berlaku.

Kata Kunci: Alat Pembakar Sampah Rumah Tangga, Dashboard Website, Data Logger, Emisi Gas Buang, Sensor Seri MQ, Sistem Monitoring IoT.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

An IoT-Based Exhaust Gas Emission Quality Monitoring and Analysis System for Low-Smoke Household Waste Incinerators

Abstract

Open burning of household waste is still a common practice among Indonesians, but it produces harmful gas emissions such as carbon monoxide (CO) and nitrogen oxides (NOx), which have adverse effects on health and the environment. This study designed an Internet of Things (IoT)-based exhaust gas emission monitoring system for a low-smoke household waste incinerator with air supply control using the Mamdani Fuzzy Logic method. The system uses an ESP32 microcontroller integrated with MQ-7 (CO) and MQ-135 (NOx) sensors, transmits data in real time to the Supabase cloud database via the HTTP protocol, and visualizes the data through a web dashboard deployed on the Vercel platform. Test results show that the data transmission system operates reliably with 99.16% accuracy, 0.83% packet loss, and 100% dashboard accessibility with an average response time of 175.10 ms. An analysis of emissions under two operating conditions—with and without fuzzy logic control—compared to Ministry of Environment and Forestry Regulation No. 70 of 2018 showed that the CO parameter met quality standards in both test conditions; however, NOx levels in both conditions still exceeded the threshold of 470 mg/Nm³. Optimization of combustion temperature management is necessary to reduce thermal NOx formation so that all emission parameters meet applicable regulatory standards.

Keywords: *Data Logger, Exhaust Gas Emissions, Household Waste Incinerator, IoT Monitoring System, MQ Series Sensors, Website Dashboard*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatnya-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Teknik. Skripsi ini berjudul “Sistem Monitoring dan Analisis Kualitas Emisi Gas Buang Berbasis IoT Pada Alat Pembakar Sampah Rumah Tangga Minim Asap”. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T. selaku ketua jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta;
2. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. selaku kepala program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Dian Figana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Masri dan Ibu Armanita selaku orang tua tercinta yang telah menjadi sumber kekuatan dan motivasi terbesar dalam hidup penulis. Terima kasih atas segala kasih sayang yang tulus, doa yang tidak pernah putus, pengorbanan yang tak terhitung, serta dukungan tanpa henti yang senantiasa mengiringi setiap langkah dan perjuangan penulis hingga mampu menyelesaikan laporan ini hingga selesai;
5. Devin Leonardo dan Tesya Yulia Sari selaku saudara laki-laki dan saudara perempuan penulis yang telah menjadi bagian terbaik dalam perjalanan hidup penulis, yang senantiasa memberikan bantuan, dukungan, semangat, serta doa yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Ayisya Leonardo dan Abisya Leonardo selaku keponakan penulis yang telah menjadi sumber kebahagiaan dan warna dalam kehidupan penulis. Terima kasih atas canda, tawa, dan kasih sayang yang diberikan, yang secara tidak langsung menjadi penyemangat bagi penulis dalam menyelesaikan setiap proses penyusunan laporan akhir ini;
7. M. Luthfi Dwi Satria selaku rekan seperjuangan penulis dalam setiap proses pelaksanaan penelitian yang telah membantu dan mendukung penulis selama penyusunan laporan akhir ini;
8. Seluruh teman-teman IKI 22A yang selalu hadir memberikan bantuan, semangat, canda, serta kebersamaan selama proses pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan akhir ini;
9. Safrizal Alfarizy selaku kekasih penulis yang telah menemani perjalanan penulis dengan penuh kesabaran, pengertian, dan kasih sayang. Terima kasih atas setiap doa, dukungan, perhatian, serta waktu yang telah diberikan selama proses penyusunan laporan ini. Kehadiranmu tidak hanya menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah, tetapi juga menjadi sumber semangat yang senantiasa menguatkan penulis untuk terus berjuang dalam menghadapi setiap tantangan. Terima kasih karena selalu percaya pada kemampuan penulis, bahkan di saat penulis meragukan diri sendiri, hingga akhirnya laporan ini dapat terselesaikan dengan baik;

Akhir kata, penulis berharap agar Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan Rahmat serta karunia-Nya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat sekitar dan menjadi sumber pengetahuan bagi seluruh pembaca.

Depok, 6 Juli 2026

Mallena Serly Rahmadani



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
Abstrak	v
Abstract	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Luaran	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 <i>State of Art</i>	8
2.2 Sampah Rumah Tangga.....	13
2.3 Alat Pembakar Sampah Rumah Tangga Minim Asap	14
2.4 Pembakaran Sampah dan Emisi Gas Buang	15
2.5 <i>Internet of Things (IoT)</i>	17
2.6 Protokol HTTP	19
2.7 Sensor Gas.....	20
2.7.1 Sensor Gas MQ-7	20
2.7.2 Sensor Gas MQ-135	24



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8	Mikrokontroler ESP32	28
2.9	Arduino IDE.....	29
2.10	Visual Studio Code.....	31
2.11	Supabase.....	33
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....		35
3.1	Rancangan Alat	35
3.1.1	Deskripsi Alat.....	39
3.1.2	Cara kerja Alat.....	41
3.1.3	Spesifikasi Alat	43
3.1.4	Perancangan <i>Design</i> Mekanik Alat	45
3.1.5	Diagram Block Sistem	46
3.1.6	Spesifikasi Komponen <i>Hardware</i>	49
3.1.7	Cara Kerja Sub-sistem Monitoring	52
3.1.8	Block Diagram Sistem Monitoring	54
3.2	Realisasi Alat.....	55
3.2.1	Realisasi <i>Software</i>	58
BAB IV PEMBAHASAN.....		69
4.1	Pengujian sensor MQ-Series.....	69
4.1.1.	Deskripsi Pengujian	70
4.1.2.	Daftar Peralatan Pengujian.....	70
4.1.3.	Prosedur pengujian.....	71
4.1.4.	Data Hasil Pengujian.....	71
4.1.5.	Analisa Hasil Pengujian	76
4.2	Pengujian Penyimpanan Data Logger ESP32 ke Database.....	77
4.2.1.	Deskripsi Pengujian	77
4.2.2.	Daftar Peralatan.....	77
4.2.3.	Prosedur Pengujian	78
4.2.4.	Data Hasil Pengujian.....	78
4.2.5.	Analisis Data Hasil Pengujian.....	80
4.3	Pengujian Akseibilitas Sistem Monitoring.....	81



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.1.	Deskripsi penngujian.....	81
4.3.2.	Daftar peralatan	81
4.3.3.	Prosedur Pengujian	82
4.3.4.	Data Hasil Pengujian.....	82
4.3.5.	Analisa Hasil Pengujian	85
4.4	Analisis Emisi Gas Buang pada Alat Pembakar Sampah Rumah Tangga Minim Asap.....	86
4.4.1.	Deskripsi Pengujian	86
4.4.2.	Daftar Peralatan Pengujian.....	87
4.4.3.	Prosedur Pengujian	87
4.4.4.	Data Hasil pengujian	88
4.4.5.	Analisa Data Hasil Pengujian.....	94
BAB V	PENTUP.....	97
5.1	Simpulan	97
5.2	Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA		100
LAMPIRAN		103

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alat Pembakar Sampah Tanpa Asap (APSTA) di Dusun Prajak.....	15
Gambar 2. 2 Diagram Polutan Primer dan Polutan Sekunder.....	17
Gambar 2. 3 Konsep Internet of Things (IoT)	18
Gambar 2. 4 Sensor Gas MQ-7	20
Gambar 2. 5 Kurva Sensitivitas MQ-7.....	21
Gambar 2. 6 Rangkaian Rs, RL, Vc, dan Vout Sensor MQ-7	22
Gambar 2. 7 Sensor Gas MQ-135	24
Gambar 2. 8 Kurva Sensitivitas Sensor MQ-135.....	25
Gambar 2. 9 Rangkaian Rs, RL, Vc, dan Vout Sensor MQ-135.....	25
Gambar 2. 13 Mikrokontroler ESP32	28
Gambar 2. 14 Software Arduino IDE.....	29
Gambar 2. 15 Tampilan SOftware Visual Studio Code	31
Gambar 2. 16 Platform Supabase.....	33
Gambar 3. 1 Diagram Alir Perancangan Sistem dan Alat.....	37
Gambar 3. 2 Diagram Alur Cara Kerja Alat.....	43
Gambar 3. 3 Design Mekanik Alat.....	45
Gambar 3. 4 Block Diagram Sistem dan Alat.....	47
Gambar 3. 5 Diagram Alir Sistem Monitoring.....	52
Gambar 3. 6 Block Diagram Sistem Monitoring.....	54
Gambar 3. 7 Alat Pembakar Sampah Rumah Tangga Minim Asap	55
Gambar 3. 8 Komponen Dalam Box Panel.....	56
Gambar 3. 9 Penempatan Sensor Gas pada Cerobong Asap.....	57
Gambar 3. 10 Library pada Pemrograman ESP32	58
Gambar 3. 11 Potongan Program ESP32 untuk Integrasi dengan Database	59
Gambar 3. 12 Pin Input Analog ESP32.....	59
Gambar 3. 13 Nilai R0 Sensor MQ Series	60
Gambar 3. 14 Potongan Program untuk Mengirimkan Data Sensor ke Supabase.....	60
Gambar 3. 15 Serial Monitor Monitoring Emisi Gas.....	61



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 16 Query SQL Pembuatan Tabel Database	62
Gambar 3. 17 Tampilan Tabel Database pada Supabase	62
Gambar 3. 18 Potongan Program pada File HTML	63
Gambar 3. 19 Potongan Program pada File HTML	64
Gambar 3. 20 Potongan Program pada File JavaScript.....	64
Gambar 3. 21 Potongan Program pada File JavaScript.....	65
Gambar 3. 22 Tampilan User Interface Monitoring Emisi Gas	67





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	43
Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen Hardware.....	49
Tabel 3. 3 Daftar List Komponen.....	56
Tabel 3. 4 Nama Komponen Dalam Box Panel	57
Tabel 4. 1 Daftar Peralatan Pengujian.....	70
Tabel 4. 2 Tabel data Hasil Pengujian MQ-7	71
Tabel 4. 3 Tabel Data Hasil Pengujian Sensor MQ-135	74
Tabel 4. 5 Tabel Daftar Peralatan.....	77
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Timestamp	78
Tabel 4. 7 Daftar Peralatan.....	81
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengujian Akses Dashboard	82
Tabel 4. 9 Daftar Peralatan Pengujian.....	87
Tabel 4. 10 Data Hasil Pengujian Tanpa Kontrol Fuzzy Logic.....	88
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Menggunakan Kontrol Fuzzy Logic.....	91

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	103
Lampiran 2 Kode Program ESP32.....	104
Lampiran 3 Kode Program HTML	106
Lampiran 4 Kode Program JavaScript.....	107
Lampiran 5 Kode Program CSS.....	108
Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian.....	109





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan salah satu permasalahan terbesar di Indonesia yang bahkan sampai sekarang belum menemukan solusi tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan baik dan benar. Indonesia menghasilkan sekitar 63 juta ton sampah pada 2025, meningkat signifikan dari 34,2 juta ton pada 2024, dengan hanya 59,70% (sekitar 37,6 juta ton) yang terkelola secara layak. Sisanya, sekitar 40,30% atau 25,4 juta ton, tidak terkelola, memperburuk timbunan dan polusi, terutama di TPA yang di prediksi penuh pada 2028. Kondisi ini diperburuk dengan terdapat fakta bahwa sekitar 66 persen TPA di Indonesia masih menerapkan praktik *open dumping* (pembuangan terbuka) yang tidak ramah lingkungan. Berdasarkan komposisi timbunan sampah tersebut, sampah yang menumpuk ini didominasi oleh limbah rumah tangga. Data Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) tahun 2025 menunjukkan bahwa komposisi terbesar yaitu sampah sisa makanan terdiri dari 40,79%, diikuti oleh sampah plastik sebesar 19,95% serta kayu ranting sebesar 13,7%. Dominasi sampah organik seperti sisa makanan menunjukkan bahwa Sebagian besar sampah yang dihasilkan bersifat mudah terurai, namun jika tidak dioleh dengan cara yang benar dapat menimbulkan permasalahan lingkungan seperti bau tidak sedap, emisi gas rumah kaca, serta menjadi sumber penyakit bagi warga sekitar lingkungan.

Menghadapai permasalahan tumpukan sampah rumah tangga yang tidak terkelola dengan baik tersebut, Sebagian besar masyarakat memilih melakukan pembakaran secara terbuka yang dinilai merupakan pengolahan sampah paling praktis namun berbahaya. Praktik pembakaran terbuka ini menghasilkan emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), serta partikel halus yang dapat membahayakan kesehatan dan lingkungan sekitar (Ramadan et al., 2023).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Kualitas emisi hasil pembakaran sampah sangat dipengaruhi oleh dinamika suhu ruang bakar, khususnya seberapa cepat suhu tersebut naik menuju titik pembakaran optimal. Pada tahap awal pembakaran, kenaikan suhu yang berlangsung lambat umumnya terjadi akibat kadar air pada sampah yang masih tinggi terutama pada sampah organik seperti sisa makanan serta pasokan oksigen yang belum mencukupi. Kondisi ini menyebabkan proses pembakaran berada pada fase smoldering atau membara tanpa nyala api yang sempurna, di mana suhu ruang bakar berada jauh di bawah suhu ideal pembakaran sempurna sekitar 800°C . Akibatnya, reaksi oksidasi karbon berlangsung tidak tuntas sehingga menghasilkan kadar CO yang tinggi serta asap tebal berwarna putih hingga keabu-abuan, karena banyak partikel karbon dan senyawa organik yang belum teroksidasi sempurna terlepas ke udara.

Sebaliknya, kenaikan suhu yang berlangsung cepat biasanya terjadi ketika pasokan udara dari blower cukup besar atau ketika komposisi sampah mengandung bahan yang mudah terbakar seperti plastik dan material kering. Lonjakan suhu yang terlalu cepat dan tinggi ini, meskipun dapat mempercepat penguraian material dan menekan kadar CO karena pembakaran menjadi lebih sempurna, di sisi lain berpotensi meningkatkan pembentukan NOx. Hal ini disebabkan oleh mekanisme thermal NOx, di mana suhu tinggi memicu reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara pembakaran. Selain itu, kenaikan suhu yang terlalu cepat dan fluktuatif juga menyulitkan proses pendinginan asap melalui metode spray, karena efektivitas pencucian asap dengan percikan air sangat bergantung pada rentang suhu operasional yang stabil.

Selain berdampak terhadap lingkungan dan kesehatan, pembakaran sampah juga berkaitan erat dengan aspek regulasi lingkungan, pemerintah Indonesia melalui berbagai peraturan, seperti Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup serta Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, mewajibkan setiap kegiatan pembakaran sampah untuk mengendalikan emisi udara agar memenuhi baku mutu lingkungan. Lebih lanjut,

pembakaran sampah domestik maupun insinerator diwajibkan dilengkapi dengan sistem pengendalian pencemaran udara atau *Air Pollution Control* (APC), seperti *cyclone separator* dan *wet scrubber*, untuk menekan emisi gas berbahaya dan partikulat sebelum dilepaskan ke atmosfer.

Perancangan sistem alat pembakar sampah rumah tangga minim asap ini digunakan untuk menggambarkan kondisi pembakaran yang lebih bersih, klaim “minim asap” ini dapat dilihat dari asap yang dihasilkan dari hasil pembakaran sampah rumah tangga minim asap menggunakan alat ini sudah bersih yang mana indikator bersih ini dapat dilihat pada pengujian beberapa parameter emisi atau indikator pembentukan asap seperti karbon monoksida (CO), Nitrogen Oxides (NO_x). Serta dalam perancangan alat ini penulis menggunakan metode pencucian asap dengan percikan air atau disebut dengan metode *spray*. Metode *spray* ini adalah metode yang paling sederhana dan tidak membutuhkan peralatan khusus. Peralatan yang dibutuhkan untuk pembakar sampah dengan metode *spray* adalah tungku pembakaran sampah, penampungan air, blower, pompa air dan *nozel spray* (Rendi et al., 2021).

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) membuka peluang untuk memantau kualitas emisi gas hasil pembakaran secara *real-time* dengan biaya terjangkau. Teknologi ini memungkinkan berbagai perangkat sensor untuk saling terhubung melalui jaringan internet sehingga data yang diperoleh dari lapangan dapat dikirim, disimpan, dan dianalisis secara langsung tanpa keterbatasan ruang dan waktu. Dalam penelitian ini pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) terdapat dalam pemantauan emisi gas, pemanfaatan IoT ini menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi keterbatasan metode konvensional yang umumnya bersifat manual, tidak kontinu, dan kurang efisien.

Penelitian terbaru oleh (Gunadi et al., 2025) mengembangkan sistem prototype berbasis IoT untuk memantau kadar gas karbon monoksida (CO) dan nitrogen oksida (NO_x) pada emisi gas buang kendaraan secara real-time. Sistem tersebut memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang diintegrasikan dengan sensor MQ-7

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

untuk mendeteksi gas CO serta sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas NO_x, dengan data yang dikirimkan secara langsung melalui jaringan internet dan dipantau menggunakan aplikasi berbasis IoT. Penelitian oleh (Gunadi et al., 2025) tersebut membuktikan bahwa sistem yang dirancang mampu mengukur kadar gas CO dengan rata-rata akurasi sebesar 95,73% dan gas NO_x dengan rata-rata akurasi sebesar 94,43% dibandingkan dengan alat ukur standar gas analyzer. Tidak hanya itu, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peringatan otomatis serta menampilkan data secara real-time kepada pengguna, sehingga memudahkan dalam memantau kondisi emisi gas secara langsung. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa kombinasi sensor MQ-7 dan MQ-135 yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 mampu diterapkan dalam pemantauan kualitas udara dan emisi gas berbahaya seperti CO dan NO_x, baik pada skala kendaraan maupun dikembangkan lebih lanjut untuk skala lain seperti hasil pembakaran sampah rumah tangga.

Pada penelitian ini, penulis akan mengajukan perancangan sistem monitoring alat pembakar sampah rumah tangga minim asap berbasis *Internet of Thing* (IoT) serta analisis kualitas emisi gas buang pada alat pembakar sampah rumah tangga minim asap. Sistem ini dirancang untuk melakukan monitoring secara *real-time* terhadap konsentrasi gas berbahaya yang dihasilkan dalam proses pembakaran, seperti karbon monoksida (CO) dan nitrogen oksida (NO_x).

Sistem monitoring pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolahan data dan komunikasi data. ESP32 memiliki kemampuan pemrosesan yang baik serta dilengkapi dengan modul wifi terintegrasi, sehingga mendukung pengiriman data secara langsung ke platform IoT. Untuk mendeteksi kandungan gas menggunakan beberapa sensor yaitu sensor MQ-7 untuk mendeteksi karbon monoksida (CO), serta sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas nitrogen oksida (NO_x). Kombinasi sensor ini memungkinkan sistem melakukan pemantauan emisi secara lebih komprehensif. Data yang diperoleh dari masing-masing sensor akan dibaca oleh ESP32, kemudian diproses dan dikonversi menjadi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

estimasi nilai konsentrasi gas dalam satuan ppm. Selanjutnya data dikirimkan melalui jaringan internet menggunakan protokol HTTP dan diintegrasikan dengan database cloud menggunakan Supabase sebagai media penyimpanan data historis secara *real-time*. Data yang tersimpan pada database kemudian divisualisasikan melalui dashboard monitoring berbasis web yang dikembangkan dan di-*deploy* menggunakan vercel. Dashboard tersebut dirancang untuk menampilkan data sensor secara *real-time* dalam bentuk grafik, indikator kualitas udara, status kondisi emisi, serta riwayat data pengukuran yang dapat diakses kapan saja dan dimana saja melalui perangkat yang terhubung dengan internet. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat melakukan pemantauan emisi gas hasil pembakaran secara lebih efektif, akurat, dan terintegrasi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang tugas akhir ini maka, dapat dirumuskan beberapa masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan menerapkan sistem monitoring emisi gas buang berbasis IoT pada alat pembakar sampah rumah tangga minim asap?
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor gas dengan mikrokontroler untuk memperoleh data emisi gas buang pada alat pembakar sampah rumah tangga minim asap?
3. Bagaimana hasil analisis kualitas emisi gas buang pada alat pembakar sampah rumah tangga minim asap?

1.3 Tujuan

Berdasarkan pemaparan latar belakang diatas, maka diperoleh tujuan dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Merancang dan menerapkan sistem monitoring emisi gas buang pada alat pembakar sampah rumah tangga minim asap
2. Mengintegrasikan sensor gas dengan mikrokontroler untuk memperoleh data emisi gas buang pada alat pembakar sampah rumah tangga minim asap

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Menganalisis kualitas emisi gas buang pada alat pembakar sampah rumah tangga minim asap

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, terdapat batasan masalah agar pembahasan lebih fokus dan terarah. Batasan tersebut yaitu:

1. Alat pembakar sampah rumah tangga yang dirancang hanya fokus untuk menghilangkan gas berbahaya dan menciptakan alat pembakar sampah rumah tangga yang ramah lingkungan
2. Sistem monitoring hanya berfokus pada pengukuran gas hasil pembakaran sampah rumah tangga menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-135
3. Parameter yang diamati hanya berfokus pada konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan nitrogen oksida (NO_x)
4. Nilai hasil pengukuran parameter yang diamati merupakan nilai estimasi dalam satuan *parts per million* (ppm) berdasarkan karakteristik sensor yang digunakan dan bukan merupakan nilai mutlak
5. Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah ESP32 sebagai pusat pengolahan dan pengiriman data sensor
6. Komunikasi data dilakukan menggunakan protokol HTTP untuk mengirimkan data dari ESP32 ke *server* monitoring
7. Penyimpanan data hasil monitoring menggunakan *database* Supabase sebagai penyimpanan data secara *real-time* dan historis
8. Visualisasi data monitoring ditampilkan melalui dashboard berbasis web yang dikembangkan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript untuk menampilkan data sensor secara *real-time*
9. Dashboard monitoring di-*deploy* menggunakan platform Vercel sehingga sistem dapat diakses secara *online* melalui *web browser*
10. Analisa yang dilakukan hanya pada konsentrasi gas hasil pembakaran menggunakan alat pembakar sampah rumah tangga minim asap dan tidak mencakup analisis emisi dari hasil pembakaran terbuka

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari pembuatan penelitian untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tugas Akhir Semester
2. Publikasi Makalah Artikel
3. Publikasi Jurnal
4. Alat Pembakar Sampah Rumah Tangga Minim Asap Berbasis IoT



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan pengujian emisi gas buang pada alat pembakar sampah rumah tangga minim asap yang menggunakan sistem monitoring berbasis website, pengujian sistem ini menggunakan sensor MQ seperti MQ-7 dan MQ-135 dan dibekali dengan sistem database berbasis PostgreSQL pada platform Supabase yang dapat disimpulkan bahwa:

- a. Sistem monitoring emisi gas buang berbasis IoT pada alat pembakar sampah rumah tangga minim asap telah berhasil dirancang dan diterapkan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan database PostgreSQL pada platform Supabase serta dashboard monitoring berbasis website. Berdasarkan hasil pengujian, sistem pengiriman data terbukti bekerja secara andal dengan konsistensi interval pengiriman yang terjaga, package loss yang sangat rendah, dan akurasi pengiriman tinggi. Dashboard monitoring berbasis website juga menunjukkan tingkat aksesibilitas sempurna dengan waktu respons yang masih memenuhi standar aplikasi web. Dengan demikian, sistem monitoring yang dirancang telah layak dan siap digunakan untuk pemantauan emisi gas buang secara real-time.
- b. Integrasi sensor gas MQ-7 dan MQ-135 dengan mikrokontroler ESP32 telah berhasil dilakukan untuk memperoleh data emisi gas buang secara otomatis dan berkelanjutan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MQ-135 telah memenuhi kriteria stabilitas sehingga siap dikalibrasi dan digunakan untuk pengukuran gas target, dengan keberhasilan kalibrasi nilai R0 menjadi dasar yang valid bagi perhitungan konsentrasi gas pada tahap analisis berikutnya. Sementara itu, sensor MQ-7 masih memerlukan perbaikan prosedur pemanasan berupa penambahan durasi warm-up agar mencapai kondisi stabil dan dapat digunakan secara akurat dalam

pengukuran gas CO. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi sensor-mikrokontroler pada dasarnya berhasil, namun optimalisasi lebih lanjut pada sensor MQ-7 diperlukan untuk meningkatkan akurasi pembacaan data.

- c. Hasil analisis kualitas emisi gas buang menunjukkan bahwa alat pembakar sampah rumah tangga minim asap yang diuji berhasil menurunkan emisi gas karbon monoksida (CO) secara signifikan, yang mengindikasikan efektivitas desain alat dalam meningkatkan efisiensi pembakaran dan suplai udara. Namun, alat ini belum mampu menurunkan emisi nitrogen oksida (NO_x) secara signifikan, karena pembentukan NO_x pada proses pembakaran lebih dipengaruhi oleh mekanisme thermal, khususnya suhu pembakaran, dibandingkan dengan suplai udara yang menjadi fokus perbaikan pada desain alat ini. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa alat pembakar sampah minim asap efektif dalam mereduksi emisi CO, tetapi diperlukan penyesuaian pada pengendalian suhu pembakaran untuk dapat menurunkan emisi NO_x pada penelitian atau pengembangan alat selanjutnya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa saran yang dapat dievaluasi pada penelitian selanjutnya di masa mendatang sebagai berikut:

- a. Penelitian ini masih menggunakan sensor yang belum dikalibrasi dengan sempurna sehingga pembacaan sensor masih kurang akurat. Penelitian selanjutnya dapat melakukan kalibrasi yang mendalam dan sesuai dengan datasheet sensor MQ
- b. Alat pembakar sampah rumah tangga minim asap pada penelitian ini masih menganalisa sampah rumah tangga anorganik, untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan sampel sampah rumah tangga lainnya yang aman dan tetap menciptakan pembakaran yang ramah lingkungan
- c. Emisi gas buang pada alat pembakar sampah minim asap pada penelitian ini masih tergolong belum sempurna karena dari ketiga gas yang dianalisa satu diantaranya masih melewati ambang batas emisi gas buang hasil

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pembakaran berdasarkan baku mutu emisi gas buang Permen LHK No.70 tahun 2018, sehingga pada penelitian selanjutnya dapat merancang alat pembakar sampah rumah tangga minim asap yang benar benar menekan semua emisi gas buang hasil pembakaran agar diciptakan alat pembakar sampah rumah tangga yang ramah lingkungan dan minim polusi.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- Almazroi, A. A. (2019). Security mechanism in the internet of things by interacting HTTP and MQTT protocols. 2019 IEEE 11th International Conference on Communication Software and Networks, ICCSN 2019. <https://doi.org/10.1109/ICCSN.2019.8905262>
- Andhi Akhmad Ismail, I Aris Hendaryanto, & Budi Basuki. (2025). Pengujian Tungku Pembakar Sampah Minim Asap. Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material, 9(2), 276–286. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v9i2.2448>
- Arduino. (2022). Arduino Integrated Development Environment (IDE) v1. Arduino.CC.
- Azizah, I., Rifqi Al Baqi Ananta, M., Uffi Lestari Ma'ruf, A., Fika Romdoni.T, L., Iqbal, M., & Pramono, S. (2025). Rancang Bangun Website Ngompas untuk Manajemen Kepatuhan Minum Obat Berbasis Backend Terpusat dan Supabase Menggunakan Metode Agile. Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 9(6). <https://doi.org/10.36040/jati.v9i6.16372>
- Babiuch, M., Folytynek, P., & Smutny, P. (2019). Using the ESP32 microcontroller for data processing. Proceedings of the 2019 20th International Carpathian Control Conference, ICC 2019. <https://doi.org/10.1109/CarpathianCC.2019.8765944>
- datasheet mq135. (n.d.).
- Gunadi, A. I. Y., Kurnianto, D., & Zen, N. A. (2025). Monitoring Kadar Gas NOx dan CO Pada Emisi Gas Buang Kendaraan. Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE), 7(1).
- Hwang, I. K., Kong, T. W., & Park, J. H. (2024). Graphical Arduino IDE system with wiring layout and flowchart functions for physical computing education. Computer Applications in Engineering Education, 32(6). <https://doi.org/10.1002/cae.22783>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

javascript. (n.d.).

Kumar Sai, K. B., Mukherjee, S., & Parveen Sultana, H. (2019). Low Cost IoT Based Air Quality Monitoring Setup Using Arduino and MQ Series Sensors with Dataset Analysis. *Procedia Computer Science*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.01.043>

Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A Literature Review. *Journal of Computer and Communications*, 03(05). <https://doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>

Maier, A., Sharp, A., & Vagapov, Y. (2017). Comparative analysis and practical implementation of the ESP32 microcontroller module for the internet of things. *2017 Internet Technologies and Applications, ITA 2017 - Proceedings of the 7th International Conference*. <https://doi.org/10.1109/ITECHA.2017.8101926>

Mansour, M., Gamal, A., Ahmed, A. I., Said, L. A., Elbaz, A., Herencsar, N., & Soltan, A. (2023). Internet of Things: A Comprehensive Overview on Protocols, Architectures, Technologies, Simulation Tools, and Future Directions. In *Energies* (Vol. 16, Number 8). MDPI. <https://doi.org/10.3390/en16083465>

Mardhia, D., & Tawaf, N. (2020a). Pendampingan pengolahan sampah menggunakan alat pembakar sampah tanpa asap (APSTA) di Dusun Prajak. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 3(4).

Mardhia, D., & Tawaf, N. (2020b). Pendamping Pengolahan Sampah Menggunakan Alat Pembakar Sampah Tanpa Asap (APSTA) di Dusun Prajak (Vol. 3, Number 4).

Orisa, M., Faisol, A., & Ashari, M. I. (2023). Perancangan Website Company Profile Menggunakan Design Science Research Methodology (DSRM). *Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains*, 5(1).

Ramadan, B. S., Tina Rosmalina, R., Syafrudin, Munawir, Khair, H., Rachman, I., & Matsumoto, T. (2023). Potential Risks of Open Waste Burning at the Household

Level: A Case Study of Semarang, Indonesia. *Aerosol and Air Quality Research*, 23(5). <https://doi.org/10.4209/aaqr.220412>

Rendi, R., Arifin, J., Herlina, F., Ihsan, S., Hartadi, B., Suprpto, M., & Irfansyah, M. (2021). Edukasi Pengelolaan Sampah dan Pendampingan Penggunaan Mesin Pembakar Sampah di Desa Semangat Dalam. *Jurnal Pengabdian Al-Ikhlas*, 7(1). <https://doi.org/10.31602/jpaiuniska.v7i1.5442>

Subekti, S. (2010). Pengelolaan Sampah Rumah Tangga 3R Berbasis Masyarakat. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*.

Utami, A. P., & Hasibuan, A. (2023). Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. *Cross-Border*, 6(2).

Wahyudi, J. (2019). Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Pembakaran Terbuka Sampah Rumah Tangga Menggunakan Model IPCC. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK*, 15(1). <https://doi.org/10.33658/jl.v15i1.132>

Youngky, Y., Bahri, S., & Kasliono, K. (2025). Implementasi Protokol HTTPS dengan Kriptografi Elliptic-Curve pada Proses Pengiriman Data Kelembaban Tanah dengan IoT. *Coding: Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, 13(1). <https://doi.org/10.26418/coding.v13i1.91233>

Zahrani, S. I. (2024). Sistem Informasi Toko Roti Berbasis Website. (Doctoral Dissertation, Politeknik Harapan Bersama).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup



Mallena Serly Rahmadani, lahir di Baso, 17 November 2003, merupakan anak bungsu dari empat bersaudara. Perjalanan pendidikannya dimulai di SDN 12 Koto Tinggi, lulus tahun 2016, kemudian dilanjutkan ke SMPN 1 Baso, lulus tahun 2019, dan SMA Negeri 1 Ampek Angkek, lulus tahun 2022.

Memiliki ketertarikan di bidang teknologi dan sistem kendali, penulis melanjutkan studi ke jenjang Sarjana Terapan (S.Tr.T) di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan

Kontrol Industri, sejak tahun 2022. Selama masa perkuliahan, penulis mengembangkan minat dan kompetensinya di bidang sistem monitoring berbasis IoT, perancangan perangkat keras elektronik, serta pemrograman mikrokontroler.

Penelitian tugas akhir ini merupakan wujud nyata dari dedikasi penulis dalam mengintegrasikan ilmu instrumentasi dan kontrol untuk menjawab permasalahan lingkungan yang nyata di masyarakat, yaitu pengelolaan sampah rumah tangga yang lebih bersih, cerdas, dan berkelanjutan.

Email: mallenaserly@gmail.com

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

230 float rscO =
231     calculateRS(adcCO,
232                 RL_MQ7);
233
234 float rsNOx =
235     calculateRS(adcNOx,
236                 RL_MQ135);
237
238 float rsNH3 =
239     calculateRS(adcNH3,
240                 RL_MQ135);
241
242 float co_ppm =
243     calculatePPM(rscO,
244                 RB_MQ7,
245                 a_MQ7,
246                 b_MQ7);
247
248 float nox_ppm =
249     calculatePPM(rsNOx,
250                 RB_MQ135_NOX,
251                 a_MQ135_NOX,
252                 b_MQ135_NOX);
253
254 float nh3_ppm =
255     calculatePPM(rsNH3,
256                 RB_MQ135_NH3,
257                 a_MQ135_NH3,
258                 b_MQ135_NH3);
259
260 Serial.println("-----");
261
262 Serial.print("CO : ");
263 Serial.print(co_ppm);
264 Serial.println(" ppm");
265
266 Serial.print("NOx : ");
267 Serial.print(nox_ppm);
268 Serial.println(" ppm");
269
270 Serial.print("NH3 : ");
271 Serial.print(nh3_ppm);
272 Serial.println(" ppm");
273
274 Serial.println("-----");
275

```

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 3 Kode Program HTML

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="id">
3 <head>
4   <meta charset="UTF-8">
5   <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0, user-scalable=yes">
6   <title>Air Quality Monitoring | Green Aesthetic Dashboard</title>
7   <!-- Google Fonts & Font Awesome -->
8   <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Inter:ital,weight@300;400;500;600;700;800;900" rel="stylesheet">
9   <link href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js@4.0.0/dist/chart.umd.min.js" rel="stylesheet">
10  <!-- Chart.js CDN -->
11  <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js@4.0.0/dist/chart.umd.min.js"></script>
12  <!-- Supabase JS CDN -->
13  <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/@supabase/supabase-js@2"></script>
14  <link rel="stylesheet" href="style.css">
15 </head>
16 <body>
17   <div class="dashboard-container">
18     <!-- SIDEBAR SECTION -->
19     <div class="header">
20       <div class="header-left">
21         <div class="logo">
22           <i class="fas fa-leaf"></i>
23           <h1>Air Quality Monitoring</h1>
24         </div>
25         <p class="subtitle">Real-time emisi gas & kontrol blower | ESP32 + Supabase</p>
26       </div>
27       <div class="header-right">
28         <div class="connection-hadge" id="connectionStatus">
29           <span class="status-dot"></span> Menghubungkan...
30         </div>
31         <div class="weather-widget">
32           <i class="fas fa-cloud-sun"></i>
33           <span>Green Environment</span>
34         </div>
35       </div>
36     </div>
37     <!-- TABLE SELECTOR -->
38     <div class="table-selector">
39       <div class="selector-group">
40         <label for="tableSelect"><i class="fas fa-database"></i> Pilih Tabel Data:</label>
41         <select id="tableSelect" onchange="changeTable(this.value)">
42           <option value="monitoring_suhu">Monitoring Suhu & Blower</option>
43           <option value="monitoring_gas">Monitoring Gas (CO, NOx, NH3)</option>
44         </select>
45       </div>
46       <div class="selector-info">
47         <span id="tableInfo"><i class="fas fa-info-circle"></i> Menampilkan data suhu
48       </div>
49     </div>
50     <!-- CARDS SECTION -->
51     <div class="cards-section">
52       <div class="card">
53         <div class="card-header">
54           <h3>Cards akan diisi oleh Javascript -->
55         </div>
56       </div>
57     </div>
58     <!-- CHARTS SECTION -->
59     <div class="charts-section">
60       <div class="section-header">
61         <i class="fas fa-chart-line"></i>
62         <h3>Chart akan diisi oleh Javascript -->
63       </div>
64       <div class="chart">
65         <div class="chart-header">
66           <h4>Chart akan diisi oleh Javascript -->
67         </div>
68       </div>
69     </div>
70     <!-- HISTORY TABLE SECTION -->
71     <div class="history-table-section">
72       <div class="section-header">
73         <i class="fas fa-history"></i>
74         <h3>History akan diisi oleh Javascript -->
75       </div>
76       <div class="table">
77         <table>
78           <thead>
79             <tr>
80               <th>Header akan diisi oleh Javascript -->
81             </tr>
82           </thead>
83           <tbody>
84             <tr>
85               <td colspan="7"><i class="fas fa-loading-spin"></i> Memuat data...</td>
86             </tr>
87           </tbody>
88         </table>
89       </div>
90     </div>
91     <!-- FOOTER -->
92     <div class="footer">
93       <div class="footer-info">
94         <div class="footer-info">

```

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Kode Program JavaScript

[illegible]

```

60         if (value <= $BATA5_PMS1.c) {
61             return ( class: 'good', text: 'NORMAL', detail: "> $BATA5_PMS1.c ppm" );
62         }
63         else {
64             return ( class: 'danger', text: 'ALERT!', detail: "> $BATA5_PMS1.c ppm" );
65         }
66     }
67 }
68
69 if (parameter == 'now') {
70     if (value <= $BATA5_PMS1.m) {
71         return ( class: 'good', text: 'NORMAL', detail: "> $BATA5_PMS1.m ppm" );
72     }
73     else {
74         return ( class: 'danger', text: 'ALERT!', detail: "> $BATA5_PMS1.m ppm" );
75     }
76 }
77
78 if (parameter == 'nb3') {
79     if (value <= $BATA5_PMS1.nb3) {
80         return ( class: 'good', text: 'NORMAL', detail: "> $BATA5_PMS1.nb3 ppm" );
81     }
82     else {
83         return ( class: 'danger', text: 'ALERT!', detail: "> $BATA5_PMS1.nb3 ppm" );
84     }
85 }
86
87 return ( class: 'good', text: 'NORMAL', detail: "" );
88
89 }
90
91 // =====
92 // FURIGI BLUNDER
93
94 function getBlunderInfo(speed) {
95     if (speed == null || speed == undefined) {
96         return ( text: 'No Data', class: '', display: '---', description: 'fisk ada data' );
97     }
98     else if (speed == 1) {
99         return ( text: 'Normal', class: 'blunder-low', display: '1 (Low)', description: 'kecepatan rendah' );
100     }
101     else if (speed == 2) {
102         return ( text: 'Normal', class: 'blunder-medium', display: '2 (Midium)', description: 'kecepatan sedang' );
103     }
104     else if (speed == 3) {
105         return ( text: 'Normal', class: 'blunder-high', display: '3 (High)', description: 'kecepatan tinggi' );
106     }
107     else {
108         return ( text: '$[speed]', class: '', display: 'kecepatan $[speed]', description: 'kecepatan $[speed]' );
109     }
110 }

```

```

139     } else {
140         // Mode: list - card (CO, NOx, NH3)
141         container.innerHTML =
142             <div class="emission-grid">
143                 <!-- Card CO -->
144                 <div class="card card-co">
145                     <div class="card-icon">
146                         <i class="fas fa-smog"></i>
147                     </div>
148                     <div class="card-content">
149                         <div>● Carbon Monoxide (CO)</div>
150                         <div class="value-container">
151                             <span class="card-value" id="coValue">...</span>
152                             <span class="card-unit">ppm</span>
153                         </div>
154                         <div class="card-hr">Status: 500 ppm</div>
155                         <div class="card-status" id="coStatus">
156                             <span class="status-badge loading">Mmmmm...</span>
157                         </div>
158                     </div>
159                 </div>
160                 <!-- Card NOx -->
161                 <div class="card card-nox">
162                     <div class="card-icon">
163                         <i class="fas fa-wind"></i>
164                     </div>
165                     <div class="card-content">
166                         <div>● Nitrogen oxides (NOx)</div>
167                         <div class="value-container">
168                             <span class="card-value" id="noxValue">...</span>
169                             <span class="card-unit">ppm</span>
170                         </div>
171                         <div class="card-hr">Status: 250 ppm</div>
172                         <div class="card-status" id="noxStatus">
173                             <span class="status-badge loading">Mmmmm...</span>
174                         </div>
175                     </div>
176                 </div>
177                 <!-- Card NH3 -->
178                 <div class="card card-nh3">
179                     <div class="card-icon">
180                         <i class="fas fa-vial"></i>
181                     </div>
182                     <div class="card-content">
183                         <div>● Ammonia (NH3)</div>
184                         <div class="value-container">
185                             <span class="card-value" id="nh3Value">...</span>
186                             <span class="card-unit">ppm</span>
187                         </div>
188                         <div class="card-hr">Status: 100 ppm</div>
189                         <div class="card-status" id="nh3Status">
190                             <span class="status-badge loading">Mmmmm...</span>
191                         </div>
192                     </div>
193                 </div>
194             </div>
195     }
196 }
197

```

Lampiran 5 Kode Program CSS

```
# syntax > 78 - webkit-scrollbar-thumb
1 /* style.css - Green Node Aesthetic Dashboard */
2 /* Tampilan hijau natural dengan sentuhan elegan */
3
4 * {
5   margin: 0;
6   padding: 0;
7   box-sizing: border-box;
8 }
9
10 body {
11   font-family: 'Inter', -apple-system, BlinkMacSystemFont, 'Segoe UI', Roboto, sans-serif;
12   background: linear-gradient(135deg, #a8d8a8 45%, #c8e6c9 50%, #dcedc8 50%, #e8f5e9 50%);
13   min-height: 100vh;
14   padding: 24px;
15 }
16
17 .dashboard-container {
18   max-width: 1400px;
19   margin: 0 auto;
20 }
21
22 /* ===== HEADER ===== */
23 .header {
24   display: flex;
25   justify-content: space-between;
26   align-items: center;
27   flex-wrap: wrap;
28   gap: 20px;
29   margin-bottom: 30px;
30   padding: 20px 20px;
31   background: #e8f5e9;
32   border-radius: 24px;
33   border: 1px solid #c8e6c9;
34   box-shadow: 0 8px 12px #a8d8a8;
35   border: 1px solid #c8e6c9;
36 }
37
38 .header-left .logo {
39   display: flex;
40   align-items: center;
41   gap: 12px;
42 }
43
44 .logo {
45   font-size: 24px;
46   color: #2e7d32;
47 }
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Alat Pembakar Sampah Minim Asap



Asap Hasil Pembakaran Sampah Rumah Tangga



Box Panel pada Alat



Pembuatan Maket Alat Pembakar Sampah Minim Asap



Sampah Rumah Tangga yang dibakar



Sisa Hasil Pembakaran Sampah Rumah Tangga