

**INTEGRASI SENSOR *MONITORING* BERBASIS *IOT* UNTUK
INCINERATOR SKALA KOMUNITAS**



Intelligentia - Dignitas

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

Oleh:

KEVIN ABDILLAH

1502622021

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

TAHUN 2026

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

BENTUK: SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Kevin Abdillah
NIM : 1502622021
Judul Penelitian : Integrasi Sensor *Monitoring* Berbasis *IoT* Untuk
Incinerator Skala Komunitas

Ini telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian tugas akhir.

Jakarta,

Pembimbing I

Pembimbing II



Aam Aminingsih Jumhur, Ph.D.

NIDN. 0016107105



Ir. Waradzi Mustakim, S.T., M.Pd.T

NUPTK. 7961774675130212

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

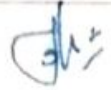
BENTUK: SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Kevin Abdillah
NIM : 1502622021
Program Studi/Fakultas : Pendidikan Teknik Mesin
Judul Penelitian : Integrasi Sensor *Monitoring* Berbasis *IoT* Untuk *Incinerator* Skala Komunitas

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan ~~Lulus/Fidat~~ *Lulus* *

Ujian Skripsi oleh Tim Penguji pada Tanggal 29 Juli 2026

Tim Penguji,

Ketua Penguji	Akhmad Saufan, MT.,Ph.D. NIDN. 0002056504	
Anggota Penguji (Sekretaris Penguji)	Jalyiamsep Marbun, S.Pd, M.T. NUPTK. 6235767668130373	
Anggota Penguji (Penguji Ahli)	Yunita Sari, M.T. NIDN. 0006066803	
Pembimbing I	Aam Aminingsih Jumhur, Ph.D. NIDN. 0016107105	
Pembimbing II	Ir. Waradzi Mustakim, S.T., M.Pd.T. NUPTK. 7961774675130212	

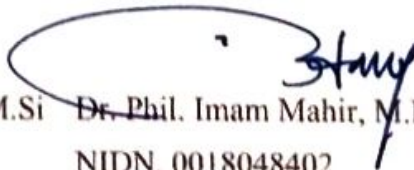
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin


Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd
NIDN. 0018048402

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Kevin Abdillah
Nomor Induk Mahasiswa : 1502622021
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Integrasi Sensor *Monitoring* Berbasis *IoT*
Untuk Incinerator Skala Komunitas

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

Jakarta, 10 Juli 2026

Yang menyatakan,



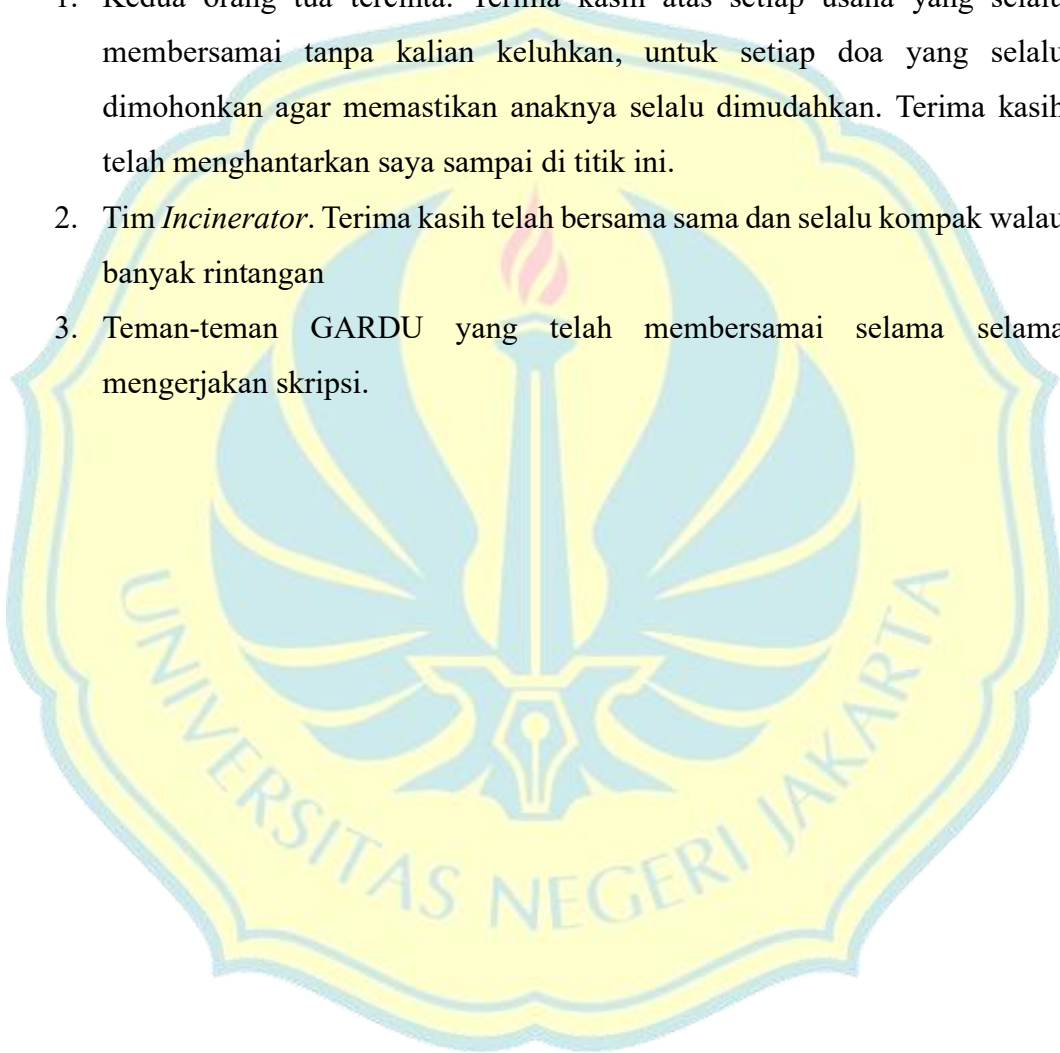
Kevin Abdillah

NIM. 1502622021

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, atas petunjuk, nikmat kesehatan dan kekuatan yang tiada henti, atas karunia dan kemudahan yang engkau berikan akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan tepat waktu. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta. Terima kasih atas setiap usaha yang selalu kebersamai tanpa kalian keluhkan, untuk setiap doa yang selalu dimohonkan agar memastikan anaknya selalu dimudahkan. Terima kasih telah mengantarkan saya sampai di titik ini.
2. Tim *Incinerator*. Terima kasih telah bersama sama dan selalu kompak walau banyak rintangan
3. Teman-teman GARDU yang telah kebersamai selama selama mengerjakan skripsi.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah atas rahmat-Nya, penulis berhasil menyelesaikan Seminar Proposal berjudul "**Integrasi Sensor *Monitoring* Berbasis IoT Untuk *Incinerator* Skala Komunitas**" Seminar Proposal Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana Pendidikan Teknik Mesin di Universitas Negeri Jakarta. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan laporan ini, pihak yang terlibat yaitu :

1. Bapak Dr. Phil. Imam Mahir, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
2. Ibu Aam Amanningsih Jumhur, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Ir. Waradzin Mustakim, S. T., M. Pd. T. selaku Dosen Pembimbing II
4. Kedua orang tua tercinta, dengan mengucapkan semua beban yang tercampur bangga telah aku rengkuh, semua berpihak kepadaku, pasti doamu yang lancarkan upayaku, mesti doa yang meluncur dari bibirmu, dan yang aku tau kau takkan pernah berhenti untuk tumbuhku kini, semoga sesuai dengan yang kau impi, tertulis jelas namaku disetiap harap malam mu.
5. Keluarga tercinta yang telah memberikan semangat dan dukungan baik moril maupun materi.
6. Raihan Ramadhani, Dwiki Dani Setiyobudi, Muhammad Zainuri Ilham, dan Aditia Saputra, sebagai tim *incinerator* yang selalu saling membantu, mendukung, dan kebersamaan satu sama lain dalam penelitian ini. Saat semua tak jelas arahnya, kita hanya punya bersama, ramai sepi ini milik bersama, apapun yang terjadi tidak apa.
7. Teman-teman Jurusan Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2022, terima kasih telah memberikan semangat dan do'a untuk kesuksesan penyelesaian laporan tugas akhir ini.
8. Kepada diri saya sendiri Kevin Abdillah, terimakasih sudah bertahan sampai saat ini, terimakasih telah kuat sampai detik ini. Semoga selalu rendah hati, dan terus berkembang menjadi pribadi yang jauh lebih baik.

Di akhir kata, semoga tulisan untuk seminar proposal skripsi ini dapat berjalan dengan baik dan dimudahkan dalam pengambilan penelitian. Penulis berharap dapat menerima saran dan kritik yang membangun untuk memperbaiki laporan tugas akhir ini.

Jakarta,
November 2025

(Kevin Abdillah)



ABSTRAK

INTEGRASI SENSOR *MONITORING* BERBASIS IOT UNTUK *INCINERATOR* SKALA KOMUNITAS

Kevin Abillah

Dosen Pembimbing: 1. Aam Amanningsih Jumhur, Ph.D., 2. Ir. Waradzin
Mustakim, S. T., M. Pd. T.

Pengoperasian *incinerator* skala komunitas umumnya belum dilengkapi sistem pemantauan kondisi pembakaran dan emisi gas buang secara *real-time*, sehingga berpotensi menghasilkan pembakaran yang kurang optimal dan meningkatkan risiko pencemaran udara. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* berbasis *Internet of things* (IoT) untuk memantau temperatur ruang bakar, temperatur cerobong, serta konsentrasi gas CO, NOx, dan SO₂ pada *incinerator* skala komunitas. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, mulai dari perancangan, integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian sistem. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor *Thermocouple* Tipe-K, MQ-7, MQ-135, dan MQ-136 yang terhubung dengan *platform ThingSpeak* sebagai media pemantauan berbasis *Cloud*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *monitoring* yang dikembangkan mampu melakukan akuisisi, pengiriman, dan visualisasi data secara *real-time* melalui *platform ThingSpeak*. Sistem berhasil memantau temperatur ruang bakar, temperatur cerobong, serta konsentrasi gas CO, NOx, dan SO₂ selama proses pembakaran.

Kata kunci: *Internet of things*, *incinerator*, ESP32, *monitoring*, temperatur, gas buang.

ABSTRACT

IoT-BASED MONITORING SENSOR INTEGRATION FOR COMMUNITY-SCALE INCINERATOR

Kevin Abillah

**Dosen Pembimbing: 1. Aam Amanningsih Jumhur, Ph.D., 2. Ir. Waradzin
Mustakim, S. T., M. Pd. T.**

Community-scale incinerators are generally not equipped with a real-time monitoring system to observe combustion conditions and exhaust gas emissions, which may result in inefficient combustion and increase the risk of air pollution. This study aimed to design and implement an Internet of things (IoT)-based monitoring system for measuring combustion chamber temperature, chimney temperature, and the concentrations of carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO_x), and sulfur dioxide (SO₂) in a community-scale incinerator. The research was conducted through several stages, including system design, hardware and software integration, and performance testing. The proposed system employed an ESP32 microcontroller integrated with Type-K thermocouple sensors, MQ-7, MQ-135, and MQ-136 gas sensors, while ThingSpeak was utilized as the Cloud-based platform for data storage and real-time visualization. The results demonstrate that the developed monitoring system successfully acquired, transmitted, and displayed sensor data in real time through the ThingSpeak platform. The system was able to continuously monitor combustion chamber temperature, chimney temperature, and the concentrations of CO, NO_x, and SO₂ throughout the combustion process.

Keywords: *Internet of things, incinerator, ESP32, monitoring system, temperature, exhaust gas.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang Masalah	1
1.2.Identifikasi Masalah.....	6
1.3.Pembatasan Masalah.....	7
1.4.Perumusan Masalah	7
1.5.Tujuan Penelitian	7
1.6.Manfaat Penelitian	7
BAB II KERANGKA TEORETIK.....	10
2.1. <i>Incinerator</i>	10
2.2.Proses Pembakaran	13
2.3.Mikrokontroler.....	15
2.4.Sensor.....	19
2.5. <i>Internet of things</i>	24
2.4.1 Komponen	29
2.4.2 Mekanisme Kerja <i>Internet of things</i>	33
2.4.3 Konsep <i>Monitoring Gas Buang</i>	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1.Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
3.2.Alat dan Bahan Penelitian.....	38

3.2.1 Unit <i>Incinerator</i>	39
3.2.2 Mikrokontroler ESP32.....	40
3.2.3 <i>Expansion Shield</i> ESP32	43
3.2.4 Kabel <i>Jumper</i>	44
3.2.5 <i>Power supply</i>	44
3.2.6 Kabel konektor <i>Type C & USB</i>	45
3.2.7 Laptop untuk Pemrograman dan <i>Dashboard</i>	45
3.2.8 Sensor Suhu	45
3.2.9 Sensor Gas	47
3.2.10 Modul Komunikasi (<i>Wi-Fi</i>).....	50
3.2.11 Alat ukur pembanding (Termometer standar)	51
3.2.12 <i>ThingSpeak</i>	51
3.2.13 Arduino IDE.....	52
3.2.14 Antarmuka Pengguna (<i>Dashboard Web</i>)	53
3.3.Diagram Alir Penelitian	54
3.4.Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	59
3.5.Teknik Analisa Data	60
BAB IV HASIL PENELITIAN	61
4.1.Deskripsi Hasil Penelitian.....	61
4.1.1 Perangkat Keras.....	61
4.1.2 Penempatan Perangkat pada <i>Incinerator</i>	63
4.1.3 Perangkat Lunak.....	66
4.1.4 Tampilan Antarmuka <i>Monitoring ThingSpeak</i>	71
4.2.Analisa Data Penelitian.....	72
4.2.1 Kalibrasi Sensor.....	72
4.2.2 Pengujian Sensor pada <i>Incinerator</i>	76
4.3.Pembahasan.....	86
4.3.1 Temperatur Pembakaran <i>Incinerator</i>	87
4.3.2 Perubahan Temperatur dan Emisi Gas Buang	89
4.3.3 Kinerja Sistem IoT.....	92
4.4.Aplikasi Hasil Penelitian.....	94
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	95
5.1.Kesimpulan	95

5.2.Saran	95
DAFTAR PUSTAKA.....	97
LAMPIRAN.....	101
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	126



DAFTAR GAMBAR

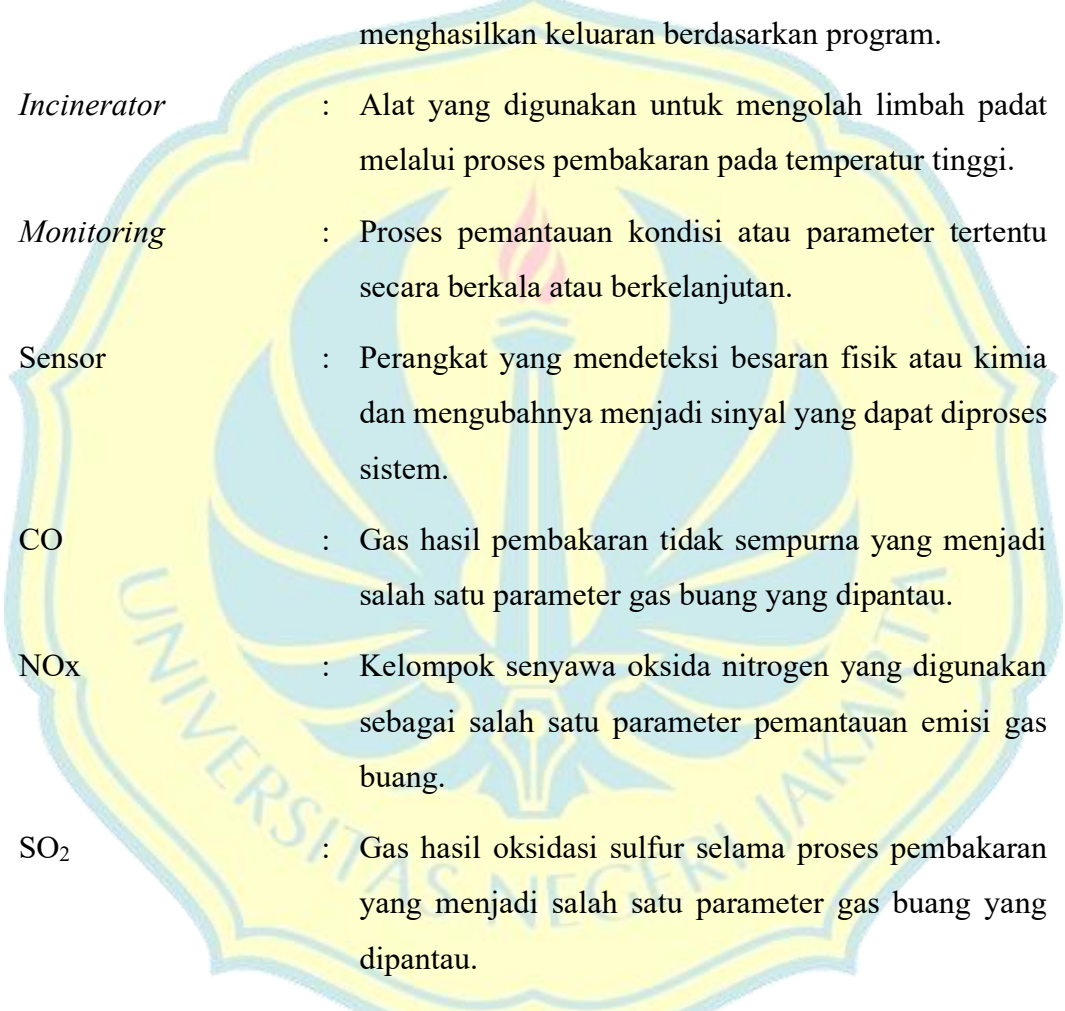
Gambar 2. 1 Segitiga Api	13
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Sensor <i>Thermocouple</i> Tipe K.....	20
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Sensor MQ-7	21
Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Sensor MQ-135	22
Gambar 2. 5 Prinsip Kerja Sensor MQ-136	23
Gambar 2. 6 Konsep <i>Monitoring Incinerator</i> Berbasis IoT	26
Gambar 3. 1 <i>Incinerator</i>	39
Gambar 3. 2 Mikrokontroler	40
Gambar 3. 3 ESP32	42
Gambar 3. 4 <i>Expansion Shield</i> ESP32	43
Gambar 3. 5 Kabel <i>Jumper</i>	44
Gambar 3. 6 Kabel Konektor	45
Gambar 3. 7 <i>Thermocouple</i> Tipe K.....	46
Gambar 3. 8 Sensor MQ-7	48
Gambar 3. 9 Sensor MQ-135	49
Gambar 3. 10 Sensor MQ-136	50
Gambar 3. 11 Termometer.....	51
Gambar 3. 12 <i>ThingSpeak</i>	52
Gambar 3. 13 Tampilan Arduino IDE	53
Gambar 3. 14 <i>Dasbor ThingSpeak</i>	53
Gambar 3. 15 Alur Penelitian.....	55
Gambar 4. 1 <i>Library</i> Pemrograman	67
Gambar 4. 2 Tampilan Pemrograman Arduino	68
Gambar 4. 3 <i>Upload</i> Program	68
Gambar 4. 4 Membuat Akun <i>ThingSpeak</i>	69
Gambar 4. 5 Membuat <i>Channel</i>	70
Gambar 4. 6 Informasi API	70
Gambar 4. 7 Penempatan <i>Thermocouple</i> Tipe-K	64
Gambar 4. 8 Penempatan Sensor MQ Gas Buang	65
Gambar 4. 9 Tampilan Antarmuka <i>ThingSpeak</i>	71
Gambar 4. 10 Kurva Kalibrasi MQ-7	74
Gambar 4. 11 Kurva Kalibrasi MQ-135.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Pengukuran.....	33
Tabel 3. 1 Spesifikasi <i>Incinerator</i>	40
Tabel 3. 2 Spesifikasi Sensor <i>Thermocouple</i> Type K.....	47
Tabel 3. 3 Spesifikasi Sensor MQ-7.....	48
Tabel 3. 4 Spesifikasi Sensor MQ-135.....	49
Tabel 3. 5 Spesifikasi Sensor MQ- 136.....	50
Tabel 4. 1 Pemetaan Jalur Pengkabelan	62
Tabel 4. 2 Pengujian Pertama (24-04-2026)	78
Tabel 4. 3 Pengujian Kedua (07-05-2026)	80
Tabel 4. 4 Pengujian Ketiga (10-05-2026).....	82
Tabel 4. 5 Pengujian Keempat (14-05-2026)	85



DAFTAR ISTILAH



<i>Internet of Things</i>	: Konsep yang menghubungkan perangkat, sensor, mikrokontroler, dan jaringan internet untuk pertukaran serta pemantauan data.
Mikrokontroler	: Sistem komputer berukuran kecil yang digunakan untuk menerima input, mengolah data, dan menghasilkan keluaran berdasarkan program.
<i>Incinerator</i>	: Alat yang digunakan untuk mengolah limbah padat melalui proses pembakaran pada temperatur tinggi.
<i>Monitoring</i>	: Proses pemantauan kondisi atau parameter tertentu secara berkala atau berkelanjutan.
Sensor	: Perangkat yang mendeteksi besaran fisik atau kimia dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diproses sistem.
CO	: Gas hasil pembakaran tidak sempurna yang menjadi salah satu parameter gas buang yang dipantau.
NO _x	: Kelompok senyawa oksida nitrogen yang digunakan sebagai salah satu parameter pemantauan emisi gas buang.
SO ₂	: Gas hasil oksidasi sulfur selama proses pembakaran yang menjadi salah satu parameter gas buang yang dipantau.
MAX6675	: Modul konverter yang membaca sinyal thermocouple dan mengubahnya menjadi data digital temperatur untuk mikrokontroler.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Produk yang Dihasilkan	101
Lampiran 2. Gambar Teknik	102
Lampiran 3. Data - Data Pengukuran.....	103
Lampiran 4. Data – Data Pendukung	120
Lampiran 5. Dokumentasi Pendukung.....	125





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

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

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

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

Nama : Kevin Abdillah

NIM : 1502622021

Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Mesin

Alamat email : kevinabdi26@gmail.com

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

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

yang berjudul :

“ Integrasi Sensor Monitoring Berbasis IoT Untuk Incinerator Skala Komunitas “

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

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 17 Agustus 2026

(Kevin Abdillah)