

SKRIPSI
PROTOTYPE ALAT DETEKSI AKTIVITAS MEROKOK PADA
TOILET SEKOLAH BERBASIS ESP32



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

Oleh:

LOUDRY FADHLILLAH FAHMI

1513619048

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
2026

HALAMAN JUDUL

**PROTOTYPE ALAT DETEKSI AKTIVITAS MEROKOK PADA
TOILET SEKOLAH BERBASIS ESP32**



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

Oleh:

LOUDRY FADHLILLAH FAHMI

1513619048

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

2026

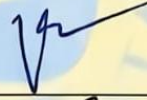
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

BENTUK : SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Loudry Fadhlillah Fahmi
 NIM : 1513619048
 Program Studi/Fakultas : Pendidikan Teknik Elektronika/Fakultas Teknik
 Judul Penelitian : Prototipe Alat Deteksi Aktivitas Merokok Pada Toilet Sekolah Menggunakan ESP32

ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan **Lulus** / ~~Tidak Lulus~~ Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada tanggal 17 Juli 2026.

Tim Penguji,

Ketua Penguji	<u>Dr. Arum Setyowati, M.T.</u> NUPTK. 3247751652230123	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 1)	<u>Ade Ayu Rahmawati, M.T.</u> NUPTK. 8134774675230223	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 2)	<u>Agam Nizar Dwi Nur Fahmi, M.T.</u> NUPTK. 0338777678130123	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	<u>Vina Oktaviani, S.Pd., M.T.</u> NUPTK. 5344768669230323	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	<u>Muhamad Wahyu Iqbal, S.Pd., M.T.</u> NUPTK. 0438774675130243	

Mengetahui,
 Dekan Fakultas Teknik



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

Koordinator Program Studi
 Pendidikan Teknik Elektronika


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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama Mahasiswa : Loudry Fadhlillah Fahmi
NIM : 1513619048
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik
Judul TA : Prototipe Alat Deteksi Aktivitas Merokok Pada Toilet Sekolah Menggunakan ESP32

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

Jakarta, 15 Juli 2026



Loudry Fadhlillah Fahmi
NIM. 1513619048

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian skripsi dengan judul “Prototipe Alat Deteksi Aktivitas Merokok Pada Toilet Sekolah Menggunakan ESP32” dapat diselesaikan. Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat kekurangan baik dari segi penyusunan bahasan dan lainnya. Kemudian dalam pembuatan penelitian skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Untuk itu dengan kerendahan hati peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Baso Maruddani, M.T selaku Koordinator Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektronika,
2. Vina Oktaviani, M.T. selaku Dosen Pembimbing I,
3. Muhamad Wahyu Iqbal, M.T. selaku Dosen Pembimbing II,
4. Kedua orang tua beserta keluarga di rumah yang selalu mendoakan, memberikan motivasi, dan pengorbanannya.
5. Serta teman - teman yang telah membantu yang tidak sempat disebutkan satu persatu.

Peneliti sadar bahwa dalam penyusunan skripsi belum mencapai kesempurnaan. Oleh karena itu, peneliti memohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan dari segi isi maupun tulisan. Peneliti berdoa mudah-mudahan segala bantuan dan dukungan dari semua pihak mendapatkan balasan rahmat dari Allah SWT.

Jakarta, 14 Maret 2026
Peneliti,



Loudry Fadhlillah Fahmi

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS



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 : Loudry Fadhlillah Fahmi
NIM : 1513619048
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Pendidikan Teknik Elektronika
Alamat email : loudryff22@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 :

Prototipe Alat Deteksi Aktivitas Merokok Pada Toilet Sekolah Menggunakan ESP32

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, 10 Agustus 2026

Penulis

Loudry Fadhlillah Fahmi

PROTOTYPE ALAT DETEKSI AKTIVITAS MEROKOK PADA TOILET SEKOLAH MENGGUNAKAN ESP32

Loudry Fadhlillah Fahmi

Dosen Pembimbing: Vina Oktaviani, M.T dan Muhamad Wahyu Iqbal, M.T.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji prototipe alat deteksi indikasi aktivitas merokok pada area luar toilet sekolah menggunakan mikrokontroler ESP32-Cam. Alat ini dikembangkan untuk mendeteksi nilai respons sensor gas MQ-2 terhadap paparan asap pada skenario uji serta mendeteksi gerakan objek sekaligus menangkap dokumentasi gambar skenario uji saat kondisi terpenuhi. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan model V yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, perancangan arsitektur, perancangan modul, pemrograman, pengujian unit, pengujian integrasi, pengujian sistem, dan pengujian penerimaan. Sistem ini mengintegrasikan sensor MQ-2 untuk mendeteksi adanya respons asap pada skenario uji, sensor PIR HC-SR501 untuk mendeteksi gerakan objek pada area uji guna meminimalisir *false-alarm*, dan LCD serta *Buzzer* sebagai media peringatan lokal. Selain itu, Bot Telegram digunakan sebagai media penerima notifikasi peringatan jarak jauh berupa pesan teks dan dokumentasi gambar skenario uji. Hasil pengujian integrasi menunjukkan 5 data TP, 15 data TN, 0 data FP, dan 0 data FN, sehingga diperoleh akurasi sistem 100 persen dan *error rate* 0 persen berdasarkan pada 20 kali pengujian terbatas pada lingkungan maket dan bukan pada toilet sekolah nyata. Berdasarkan hasil pengujian sistem, integrasi seluruh komponen menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi kondisi pemicu sistem sesuai skenario secara fungsional, serta berhasil mengirimkan notifikasi peringatan beserta gambar ke Telegram dengan baik. Kesimpulannya, prototipe ini berhasil dirancang dan berfungsi dengan baik untuk mendeteksi indikasi aktivitas merokok pada maket toilet sekolah secara jarak jauh.

Kata kunci: Bot Telegram, Deteksi Merokok, ESP32-Cam, MQ-2, PIR HC-SR501

PROTOTYPE OF A SMOKING ACTIVITY DETECTION DEVICE IN SCHOOL TOILETS USING ESP32

Loudry Fadhlillah Fahmi

Supervisor : Vina Oktaviani, M.T and Muhamad Wahyu Iqbal, M.T.

ABSTRACT

This study aims to design and build a prototype device for indications of smoking activity in the outdoor area of school toilets using an ESP32-Cam microcontroller. This device was developed to detect the response values of the MQ-2 gas sensor to smoke exposure in test scenarios, as well as to detect object movement while simultaneously capturing image documentation of the test scenario when the trigger conditions are met. The research method used is Research and Development (R&D) with a V-model approach, covering the stages of requirements analysis, system design, architecture design, module design, programming, unit testing, integration testing, system testing, and acceptance testing. This system integrates an MQ-2 sensor to detect the presence of smoke response in test scenarios, a PIR HC-SR501 sensor to detect object movement in the test area in order to minimize false alarms, and an LCD and buzzer as local warning media. In addition, a Telegram Bot is used as a remote alert notification medium in the form of text messages and image documentation of the test scenario. The integration testing results show 5 TP data, 15 TN data, 0 FP data, and 0 FN data, resulting in a system accuracy of 100 percent and an error rate of 0 percent across 20 tests limited to a mock-up environment rather than an actual school toilet. Based on the system testing results, the integration of all components shows that the system is able to functionally identify trigger conditions according to the scenario, and successfully sends warning notifications along with images to Telegram in a responsive and stable manner. In conclusion, this prototype was successfully designed and functioned according to the predefined system logic to remotely detect indications of smoking activity in a school toilet mock-up.

Keywords: Bot Telegram, ESP32-Cam, MQ-2, PIR HC-SR501, Smoke Detection

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	8
1.3 Pembatasan Masalah	8
1.4 Perumusan Masalah	10
1.5 Tujuan Penelitian.....	10
1.6 Manfaat Penelitian	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1 Konsep Pengembangan Produk	13
2.1.1 Tahapan Pengembangan V-Model.....	14
2.2 Konsep Produk yang Dikembangkan	18
2.3 Kerangka Teoritik.....	22
2.3.1 Prototipe.....	22

2.3.2 Aktivitas Merokok	23
2.3.3 Toilet Sekolah	24
2.3.4 ESP32-Cam	26
2.3.5 Arduino IDE	28
2.3.6 Sensor MQ-2.....	29
2.3.7 Sensor PIR	31
2.3.8 <i>Buzzer</i>	33
2.3.9 LCD 16x2 I2C	34
2.3.10 Bot Telegram	36
2.4 Rancangan Produk	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	43
3.2 Metode Pengembangan Produk	43
3.3 Tujuan Pengembangan Produk	44
3.4 Metode Pengembangan.....	44
3.5 Sasaran Produk	45
3.6 Instrumen Penelitian	46
3.7 Prosedur Pengembangan.....	47
3.7.1 Analisis Kebutuhan.....	47
3.7.2 Spesifikasi.....	48
3.7.3 Desain Sistem	49
3.7.4 Desain Komponen	50
3.7.5 <i>Coding</i>	52
3.7.6 Pengujian Unit	52
3.7.7 Pengujian Integrasi	52
3.7.8 Pengujian Sistem	53

3.7.9 Pengujian Penerimaan	53
3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	54
3.9 Teknik Analisis Data.....	55
3.9.1 Pembacaan Sensor MQ-2	58
3.9.2 Pembacaan Sensor PIR.....	59
3.9.3 Pembacaan LCD I2C 16x2	60
3.9.4 Pembacaan <i>Buzzer</i>	60
3.9.5 Pengujian <i>Interface</i> Bot Telegram	61
3.9.6 Pengujian Keseluruhan	61
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	63
4.1 Hasil Pengembangan Produk.....	63
4.1.1 Analisis Kebutuhan.....	63
4.1.2 Spesifikasi.....	64
4.1.3 Desain Sistem	65
4.1.4 Desain Komponen	66
4.1.5 Coding	67
4.1.6 Pengujian Unit	69
4.1.7 Pengujian Integrasi	70
4.1.8 Pengujian Sistem	70
4.1.9 Pengujian Penerimaan	71
4.2 Kelayakan Produk.....	72
4.2.1 Aspek Teoritis	72
4.2.2 Aspek Empiris	74
4.3 Efektivitas Produk	84
4.3.1 Efektivitas Sensor MQ2.....	84
4.3.2 Efektivitas Sensor PIR HC-SR501	85

4.3.3 Efektivitas Tampilan LCD	86
4.3.4 Efektivitas <i>Buzzer</i>	87
4.3.5 Efektivitas Tampilan Bot Telegram	88
4.4 Pembahasan	88
BAB V KESIMPULAN.....	93
5.1 Kesimpulan	93
5.2 Implikasi	93
5.3 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA.....	95
LAMPIRAN.....	98
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	111



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Tabel Perbandingan Penelitian Relevan	20
2.2	Spesifikasi ESP32-Cam	27
3.1	Tabel Spesifikasi Teknis Perangkat	49
3.2	Komponen Sistem dan Konfigurasi Pin	51
3.3	Tabel Pengujian Pembacaan Sensor MQ-2	56
3.4	Tabel Pengujian Pembacaan Sensor PIR	58
3.5	Tabel Pengujian Pembacaan LCD I2C 16x2	59
3.6	Tabel Pengujian Pembacaan <i>Buzzer</i>	60
3.7	Tabel Pengujian Interface Bot Telegram	60
3.8	Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem	60
4.1	Hasil Pembacaan Tegangan Komponen	63
4.2	Hasil Pembacaan Sensor MQ-2	64
4.3	Hasil Pembacaan Sensor PIR HC-SR501	71
4.4	Hasil Pengujian Tampilan LCD 16x2	75
4.5	Hasil Pengujian Bot Telegram	75
4.6	Hasil Pengujian Integrasi Keseluruhan Sistem	77
4.7	Hasil Pengujian Tampilan LCD 16x2	78
4.8	Hasil Pembacaan <i>Buzzer</i>	79
4.9	Hasil Pengujian Bot Telegram	80
4.10	Pengujian Integrasi Sistem	81
4.11	Tabel <i>Confusion Matrix</i>	82

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul Gambar	Halaman
2.1	Tahapan Model Pengembangan V-Model	15
2.2	Board ESP32-Cam dan modul kamera OV2640	27
2.3	Konfigurasi pin ESP32-Cam	27
2.4	Tampilan Arduino IDE	29
2.5	Sensor MQ-2	30
2.6	Skematik Sensor MQ-2	31
2.7	Sensor <i>Passive Infrared Receiver</i>	32
2.8	Skematik Sensor PIR	33
2.9	<i>Buzzer</i>	34
2.10	Skematik <i>Buzzer</i>	35
2.11	<i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 16×2	35
2.12	Skematik LCD 16×2	36
2.13	Tampilan Awal Bot Telegram Aplikasi Telegram pada Laptop	37
2.14	Tampilan Bot Telegram Aplikasi Telegram pada Smartphone	37
2.15	Diagram Blok	39
2.16	Diagram Alir	40
3.1	Tahapan Penelitian V-Model Yang Akan Dilaksanakan	50
3.2	Tampak Depan	56
3.3	Tampak Detail Box Rangkaian	56
3.4	Skematik Keseluruhan	57
4.1	Penggabungan Rangkaian Input dan Output	66
4.2	Penempatan komponen pada Box Rangkaian	67
4.3	Library yang digunakan	68
4.4	Serial Monitor program	70
4.5	Pengujian Integrasi	71
4.6	Uji Coba Sistem Pada Maket	72
4.7	Grafik Pengujian Keseluruhan	82

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul Lampiran	Halaman
1	Lampiran 1. Dokumentasi Proses Perancangan Sistem	98
2	Lampiran 2. Dokumentasi Uji Coba	98
3	Lampiran 3. Program alat deteksi aktivitas merokok	101

