



**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI KEBAKARAN
BERBASIS ESP32-CAM DAN SENSOR ASAP
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK* UNTUK KLASIFIKASI VISUAL API**

SKRIPSI

**AJIE ALVIDO AKRAAM
2110314015**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
2026**



**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI KEBAKARAN
BERBASIS ESP32-CAM DAN SENSOR ASAP
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK* UNTUK KLASIFIKASI VISUAL API**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**

AJIE ALVIDO AKRAAM

2110314015

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
2026**

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : Ajie Alvindo Akraam
NIM : 2110314015
Program Studi : S1 – Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Deteksi Dini Kebakaran
Berbasis ESP32-CAM Dan Sensor Asap
Menggunakan Metode Convolutional Neural Network
Untuk Klasifikasi Visual Api

telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Muhamad Alif Razi, S.Pi., M.Sc.

Penguji Utama



Andre Suwardana Adiwidya,
S.T, M.T

Penguji Lembaga



Dr. Eng. D. Teguh Firmansyah,
S.T., M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik



Achmad Zuchriadi P., S.T.,
M.T.

Penguji I (Pembimbing)



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

**Koordinator Program Studi
Teknik Elektro**

Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal Ujian: 12 Januari 2026

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

Rancang Bangun Sistem Deteksi Dini Kebakaran Berbasis ESP32-CAM dan Sensor Asap Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Visual Api

Ajie Alvindo Akraam

NIM. 2110314015

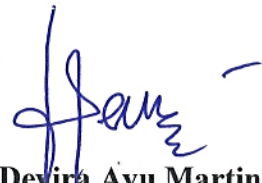
Disetujui oleh,

Pembimbing I



**Achmad Zuchriadi P.,
S.T., M.T.**

Pembimbing II



**Ni Putu Devira Ayu Martini,
S.Tr.T., M.Tr.T.**

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta



Luh Krisnawati, S.T., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip ataupun digunakan sebagai rujukan telah saya nyatakan benar.

Nama : Ajie Alvindo Akraam

NIM : 2110314015

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 12 Januari 2026

Yang menyatakan,



Ajie Alvindo Akraam

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai *civitas academica* Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ajie Alvindo Akraam

NIM : 2110314015

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI KEBAKARAN BERBASIS ESP32-CAM DAN SENSOR ASAP MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI VISUAL API

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola (dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 12 Januari 2026

Yang menyatakan,



Ajie Alvindo Akraam

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI KEBAKARAN BERBASIS ESP32-CAM DAN SENSOR ASAP MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* UNTUK KLASIFIKASI VISUAL API

Ajie Alvindo Akraam

ABSTRAK

Sistem deteksi kebakaran konvensional seringkali memicu peringatan palsu (*false alarm*) karena hanya mengandalkan sensor asap atau suhu tanpa verifikasi visual, sehingga mengurangi kepercayaan dan efektivitas respon darurat. Penelitian ini merancang bangun sistem deteksi dini kebakaran berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan mikrokontroler ESP32-CAM dan sensor asap MQ-2 menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan algoritma YOLO untuk klasifikasi visual api secara *real time*. Sistem ini bekerja dengan mekanisme verifikasi ganda, di mana notifikasi peringatan dan bukti visual dikirimkan melalui Telegram, serta aktuator *sprinkler* diaktifkan secara otomatis hanya jika terdeteksi indikasi api dan asap secara bersamaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi keberadaan api dengan tingkat akurasi di atas 90% dan waktu respon rata-rata antara 2,1 hingga 4,8 detik, menjadikannya solusi adaptif dan andal untuk meningkatkan keamanan pada ruangan tertutup.

Kata Kunci : Deteksi Dini Kebakaran, ESP32-CAM, Sensor MQ-2, *Convolutional Neural Network* (CNN), *Internet of Things* (IoT).

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN EARLY FIRE DETECTION SYSTEM BASED ON ESP32-CAM AND SMOKE SENSOR USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR VISUAL FIRE CLASSIFICATION

Ajie Alvido Akraam

ABSTRACT

Conventional fire detection systems often trigger false alarms as they rely solely on smoke or temperature sensors without visual verification, thereby reducing trust and emergency response effectiveness. This study designs and builds an Internet of Things (IoT)-based early fire detection system integrating an ESP32-CAM microcontroller and an MQ-2 smoke sensor, utilizing the Convolutional Neural Network (CNN) method with the YOLO algorithm for real-time visual fire classification. The system operates with a dual verification mechanism where warning notifications and visual evidence are sent via Telegram, and sprinkler actuators are automatically activated only when both fire and smoke indications are detected simultaneously. Test results demonstrate that the system detects fire with an accuracy rate above 90% and an average response time between 2.1 to 4.8 seconds, making it an adaptive and reliable solution for enhancing safety in enclosed spaces.

Keywords : *Early Fire Detection, ESP32-CAM, MQ-2 Sensor, Convolutional Neural Network (CNN), Internet of Things (IoT).*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI KEBAKARAN BERBASIS ESP32-CAM DAN SENSOR ASAP MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* UNTUK KLASIFIKASI VISUAL API”**. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari berbagai tantangan dan hambatan. Namun, berkat bantuan, bimbingan dari berbagai pihak, segala kendala tersebut dapat teratasi dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, atas segala kasih sayang, doa, dan dukungan moril yang senantiasa menjadi sumber semangat terbesar bagi penulis.
2. Bapak Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, atas bimbingan teknis dan arahan berharganya dalam penyempurnaan perancangan sistem ini.
3. Ibu Ni Putu Devira Ayu Martini, S.Tr.T., M.Tr.T. selaku Dosen Pembimbing II, atas kesabaran, ketelitian, dan masukan konstruktifnya dalam memperbaiki sistematika penulisan laporan.
4. Teman-teman seperjuangan di bale, terima kasih atas bantuan, diskusi, canda tawa, dan kebersamaan yang sangat membantu penulis menyelesaikan penelitian ini.
5. Seluruh rekan seangkatan Teknik Elektro, atas solidaritas, dukungan, dan kerja sama yang terjalin erat selama masa perkuliahan hingga akhir studi.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif serta manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di masa mendatang.

Jakarta, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan.....	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Masalah.....	6
1.6. Sistematika Laporan.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Penelitian Terdahulu.....	8
2.2. Landasan Teori	12
2.2.1. Sistem Deteksi Kebakaran	12
2.2.2. ESP-32 Wrover Camera	12
2.2.3. Sensor Asap MQ-2	14
2.2.4. <i>You Only Look Once (YOLO)</i>	15
2.2.5. <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	16
2.2.6. Google Colaboratory	18

2.2.7. Telegram.....	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Alur Penelitian.....	21
3.1.1. Studi Literatur	22
3.1.2. Rumusan Masalah	23
3.1.3. Perancangan Alat dan Desain.....	24
3.1.3.1. Diagram Blok	25
3.1.3.2. Skema Alat	27
3.1.3.3. 3D Desain.....	29
3.1.3.4. Cara Kerja Alat.....	30
3.1.3.5. Aplikasi yang Digunakan	32
3.1.3.6. Implementasi CNN.....	33
3.1.4. Pengenalan Hiperparameter	35
3.1.5. Pengujian Alat	36
3.1.6. Pengumpulan Data	37
3.1.7. Analisis Data	38
BAB 4 HASIL DAN PENGUJIAN	38
4.1. Hasil Perancangan Model	38
4.2. Pengujian Alat yang digunakan.....	46
4.3. Hasil Perancangan <i>Hardware</i> dan Mikrokontroler	47
4.4. Pengumpulan Data	49
4.4.1. Objek Lilin	49
4.4.2. Objek Api Parafin.....	55
4.4.3. Kertas Terbakar	60
4.5. Analisis Data	66
BAB 5 PENUTUP.....	70
5.1. Kesimpulan	70
5.2. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Esp-32 Wrover Cam Mikrokontroler	13
Gambar 2. 2 Sensor Mq-2.....	15
Gambar 2. 3 Arsitektur Yolo.....	16
Gambar 2. 4 Abstrak Kerja Alat	17
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	21
Gambar 3. 2 <i>Hardware</i> Blok	25
Gambar 3. 3 Skema Rangkaian Alat.....	27
Gambar 3. 4 Desain Alat Sistem Deteksi Kebakaran	29
Gambar 3. 5 Desain Alat Sistem Deteksi Kebakaran	30
Gambar 3. 6 Cara Kerja Alat	31
Gambar 3. 7 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i>	34
Gambar 4. 1 Data Hasil <i>Training Machine Learning</i>	43
Gambar 4. 2 Hasil Deteksi Api Saat Latih Model	44
Gambar 4. 3 Hasil Deteksi Api Saat Latih Model	44
Gambar 4. 4 Gambar <i>Website Fire Detection</i>	45
Gambar 4. 5 <i>Confusion Matrix</i> Latih Alat.....	46
Gambar 4. 6 Gambar Hasil Perancangan <i>Hardware</i>	47
Gambar 4. 7 Gambar Hasil Perancangan Model <i>Hardware</i>	48
Gambar 4. 8 <i>Response Time</i> Objek Lilin.....	54
Gambar 4. 9 <i>Response Time</i> Objek Api Parafin	60
Gambar 4. 10 <i>Response Time</i> Objek Kertas	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Penelitian Terdahulu	8
Tabel 3. 1	Tabel Pelacakan Eksperimen Model CNN	36
Tabel 3. 2	Pengujian Keberhasilan Alat.....	37
Tabel 3. 3	Tabel Hasil Data Sistem.....	38
Tabel 3. 4	Tabel Kasus Percobaan Alat	38
Tabel 4. 1	Tabel Pengumpulan Data Model	38
Tabel 4. 2	Tabel Uji Alat.....	47
Tabel 4. 3	Tabel Pengumpulan Data Dengan Objek Lilin	49
Tabel 4. 4	Tabel Pengumpulan Data Objek Api Parafin.....	55
Tabel 4. 5	Tabel Pengumpulan Data Objek Kertas Terbakar.....	61
Tabel 4. 6	Tabel Akurasi Data	67

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Hasil Pemrograman (Google Colab)
- Lampiran 2.** Hasil Pemrograman (Arduino IDE)
- Lampiran 3.** Hasil Pemrograman (Python)
- Lampiran 4.** Dataset Foto Untuk dilatih
- Lampiran 5.** Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing 1
- Lampiran 6.** Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing 2