

ABSTRAK

Penelitian ini membahas rancang bangun sistem keamanan untuk deteksi nyala api berbasis ESP32-CAM yang terintegrasi dengan layanan WhatsApp Messenger dan Google Drive. Sistem ini ditujukan untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap potensi bahaya kebakaran di lingkungan asrama pondok pesantren yang memiliki material mudah terbakar dan risiko kelistrikan. Perangkat keras utama meliputi sensor *flame* IR sebagai pendeteksi api, kamera ESP32-CAM untuk dokumentasi visual, serta *buzzer* sebagai indikator peringatan lokal. Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan integrasi Google Apps Script untuk penyimpanan data ke Google Drive dan layanan WhatsApp Gateway (TextMeBot) untuk notifikasi real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor *flame* IR mampu mendeteksi nyala api dengan akurasi 77,4%, presisi 88,0%, dan *recall* 84,6%. Jangkauan deteksi efektif bervariasi sesuai intensitas api, mulai dari ± 50 cm untuk api kecil (korek gas), ± 85 cm untuk api sedang (lilin), hingga $\pm 8,5$ m untuk api besar (kayu bakar). Uji tambahan menunjukkan bahwa nyala rokok hanya terdeteksi pada jarak sangat dekat (± 3 cm), sedangkan kertas terbakar dapat terdeteksi pada jarak 20 cm, sehingga membantu mengurangi risiko alarm palsu. Meski demikian, sistem masih berpotensi menghasilkan false positive ketika sensor terpapar cahaya non-api yang memancarkan spektrum inframerah, seperti lampu kilat LED pada jarak dekat. Dari sisi fungsionalitas, kamera mampu menghasilkan dokumentasi visual yang tersimpan otomatis di Google Drive dengan tingkat keberhasilan 100%, sedangkan notifikasi WhatsApp terkirim rata-rata dalam 1,27 detik. Secara keseluruhan, sistem ini menunjukkan kinerja yang responsif dan andal sebagai solusi keamanan berbasis IoT untuk lingkungan skala terbatas seperti pondok pesantren, dengan peluang pengembangan lebih lanjut pada aspek peningkatan akurasi sensor dan mitigasi false positive.

Kata kunci: ESP32-CAM, *flame* IR, IoT, notifikasi WhatsApp, *cloud storage*.



ABSTRACT

This This research presents the development of a flame detection security system using ESP32-CAM, integrated with WhatsApp Messenger and Google Drive. The system aims to provide an early warning solution for fire hazards in dormitory environments that are prone to electrical risks and combustible materials. The hardware consists of a flame IR sensor, ESP32-CAM for visual documentation, and a buzzer as a local alarm. The software was implemented with Arduino IDE, Google Apps Script for cloud storage, and TextMeBot for real-time notifications. Testing results indicate that the flame IR sensor achieved 77.4% accuracy, 88.0% precision, and 84.6% recall. The detection range varied with fire intensity: 50 cm for small flames, 85 cm for medium flames, and up to 8.5 m for large flames. Additional experiments confirmed that the system can distinguish flame sources, detecting cigarette fire only at ± 3 cm and burning paper at 20 cm, thereby minimizing false alarms. Functionality tests showed reliable integration, with WhatsApp notifications delivered in 1.27 seconds on average and visual documentation consistently stored in Google Drive with 100% success. In conclusion, the system demonstrated responsive and dependable performance, making it a feasible IoT-based fire early warning solution for small-scale environments, with opportunities for further improvements in sensor accuracy and false-positive mitigation.

Keywords: ESP32-CAM, flame IR sensor, IoT, WhatsApp notification, cloud storage.

