

ABSTRAK

Sistem pemadam kebakaran otomatis merupakan solusi inovatif untuk merespon potensi kebakaran secara cepat dan efisien, khususnya pada bangunan tertutup. Penelitian ini mengusulkan *prototipe fire extinguishing mortar* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dilengkapi dengan *image processing* untuk mendeteksi titik api dan sistem kendali *Proporsional-Integral-Derivative* (PID) untuk mengatur sudut tembakan secara presisi. Deteksi titik api dilakukan dengan mengolah citra kamera menggunakan metode segmentasi warna untuk mengenali objek api secara *real-time*. Data posisi target kemudian digunakan untuk menghitung sudut kemiringan dan rotasi, yang dikirim ke *microcontroler* melalui protokol MQTT. Sistem kendali PID dirancang berdasarkan proses identifikasi sistem, yang menunjukkan tingkat akurasi estimasi sebesar 87,21%, sehingga tidak diperlukan tuning manual pada setiap proses kendali. Pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat *error* rata-rata sebesar 0.3% terhadap target posisi yang ditentukan. Selain itu, hasil percobaan memperlihatkan karakteristik *derivative kick* dan *integral windup* yang muncul akibat desain algoritma kendali serta implementasi perangkat keras, sebagaimana divisualisasikan pada grafik *respons* sistem. Prototipe ini menunjukkan *respons* cepat dan akurat terhadap sumber api, serta memiliki potensi untuk diintegrasikan dalam sistem pemadam kebakaran berbasis kondisi (*condition-based fire response*).

Kata kunci: *Image processing*, *Internet of Things* (IoT), PID, mortar, *Derivative kick*, *Integral windup*.



ABSTRACT

An automatic fire extinguishing system is an innovative solution to respond to potential fires quickly and efficiently, especially in enclosed buildings. This study proposes a prototype of a fire extinguishing mortar based on the Internet of Things (IoT), equipped with image processing to detect fire points and a Proportional-Integral-Derivative (PID) control system to accurately adjust the firing angle. Fire detection is performed by processing camera images using color segmentation methods to identify fire objects in real-time. The target position data is then used to calculate the elevation and azimuth angles, which are transmitted to the microcontroller via the MQTT protocol. The PID control system is designed based on system identification, which shows an estimation accuracy of 87.21%, eliminating the need for manual tuning in each control process. Testing results indicate that the system has an average error of approximately 3% relative to the desired target position. Furthermore, experimental results reveal characteristics of derivative kick and integral windup, which arise due to the control algorithm design and hardware implementation, as visualized in the system response graph. This prototype demonstrates a fast and accurate response to fire sources and shows potential for integration into condition-based fire response systems.

Keywords: Image processing, Internet of Things (IoT), PID, Derivative kick, Integral windup.

