

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran merupakan sebuah peristiwa yang terjadi ketika beberapa zat kimia bersatu dengan oksigen, sehingga menimbulkan reaksi cahaya, panas, api, dan zat lainnya seperti karbon monoksida dan karbon dioksida [1]. Beberapa faktor yang menjadi penyebab adanya api, diantaranya kecerobohan yang dilakukan oleh manusia, penyalaaan sendiri dan bencana alam. Pemadam kebakaran merupakan bagian integral dari sistem penanggulangan kebakaran yang bertugas untuk melindungi nyawa, harta benda, dan lingkungan dari bahaya kebakaran. Fungsi pokok pemadam kebakaran meliputi pencegahan, penanggulangan, dan pemulihan pasca-kebakaran [2]. Dalam hal pencegahan, pemadam kebakaran melakukan sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat tentang praktik-praktik keamanan kebakaran, melakukan inspeksi terhadap bangunan dan fasilitas untuk memastikan kepatuhan terhadap peraturan keamanan kebakaran, serta memberikan saran tentang tindakan pencegahan yang dapat diambil. Dalam penanggulangan, pemadam kebakaran bertugas untuk memadamkan api, menyelamatkan korban, dan mengendalikan situasi kebakaran. Pemadam kebakaran dilengkapi dengan peralatan khusus dan menerima pelatihan intensif untuk menangani berbagai jenis kebakaran. Setelah kebakaran terjadi, pemadam kebakaran juga terlibat dalam upaya pemulihan, seperti pemadaman sisa-sisa api, penyelamatan harta benda yang masih dapat diselamatkan, dan memberikan bantuan kepada korban kebakaran. Secara keseluruhan, peran dan tugas pemadam kebakaran sangat penting dalam menjaga keamanan dan kesejahteraan masyarakat dari ancaman kebakaran [2].

Pemadam kebakaran di Indonesia seringkali menghadapi berbagai kendala yang menghambat kinerja mereka dalam menangani kebakaran. Salah satu kendala utama adalah kurangnya fasilitas dan peralatan yang memadai. Banyak stasiun pemadam kebakaran di berbagai daerah masih kekurangan peralatan dasar seperti tabung pemadam, alat komunikasi, dan kendaraan pemadam yang memadai, kurangnya teknologi terbaru juga menjadi salah satu penyebab keterbelakangan para pemadam kebakaran sehingga para pemadam kebakaran menjadi kesulitan

dalam memadamkan api. Keterbatasan ini sering kali menghambat *respons* cepat dan efektif dalam situasi darurat [3].

Berdasarkan permasalahan yang sudah dijelaskan sebelumnya, penggunaan alat yang lebih canggih menjadi salah satu solusi untuk membantu para pemadam kebakaran dalam upaya mencegah kobaran api bertambah besar bahkan mencegah terjadinya kebakaran, dalam hal ini teknologi *mortar* berfungsi sebagai alat yang disimpan dalam sebuah ruangan tertentu, sehingga jika terjadi kebakaran maka *mortar* akan menembakan *dry powder* tepat sasaran sesuai lokasi api berada. *Internet of Things* digunakan untuk mengirimkan pesan antar *device* yang terhubung dengan pemadam kebakaran setempat serta staf yang bertugas mengawasi ruangan yang telah dipasang teknologi *mortar*. Penggunaan *Fire Extinguishing Mortar* dapat menjadi solusi untuk mencegah beberapa kemungkinan tersebut, dengan menggunakan kamera *webcam* yang terintegrasi dengan mini computer atau biasa disebut dengan Raspberry Pi maka gambar dapat diolah menjadi data seperti jarak dan koordinat kemunculan api menggunakan Image Processing.

Penggunaan sistem kendali *Proporsional-Integral-Derivative* (PID) sangat berperan penting dalam alat ini, *mortar* memerlukan *respons* yang cepat dan tepat untuk bergerak ke koordinat yang ditentukan sebelumnya dalam pemrosesan citra digital, penggunaan sistem kendali ini dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan, dengan mengatur atau men-tuning beberapa parameter kendali seperti kendali *proporsional*, kendali *integral*, dan kendali *derivative* memungkinkan gerakan *respons* yang bervariasi, namun untuk kebutuhan *mortar*, *respons* yang diperlukan ialah *stady state* cepat dengan *overhoot* yang kecil, sehingga pemadaman api dapat lebih efisien.

Sistem kendali pada *mortar* akan mempertimbangkan dua gerakan utama, yaitu gerakan *horizontal* dan *vertikal*. Gerakan *vertikal* didapatkan setelah data *distance* dikirim, dengan menggunakan persamaan matematis maka *setpoint* dapat tercipta, sehingga mortar dapat bergerak mendekati *setpoint*. Selanjutnya gerakan *horizontal*, gerakan ini didapatkan setelah data matrix dikirimkan, data matrix tersebut diubah kedalam bentuk koordinat dan menjadikannya sebagai *setpoint* sehingga *mortar* dapat bergerak mendekati *setpoint*.

Penggunaan *Internet of Things* (IoT) juga sangat berperan penting dalam alat ini, *Internet of Things* (IoT) digunakan untuk mengirmkan data, penggunaan *Internet of Things* (IoT) dapat lebih memudahkan pengguna dikarenakan pengiriman dan penerimaan data yang sangat efisien. Data yang akan dikirimkan merupakan data kemunculan api dalam bentuk *matrix* dan data *distance*. *Internet of Things* (IoT) juga dapat diintegrasikan lebih dari 2 *device*, tentunya hal ini sangat dibutuhkan terutama untuk me-monitoring lokasi secara *real time* sehingga keamanan akan semakin terjaga.

Data yang dikirim melalui *Internet of Things* (IoT) akan diterima oleh beberapa *node* seperti ESP32 dan Raspberry Pi , ESP32 difungsikan sebagai Mikrokontroller untuk menggerakkan aktuator juga untuk membaca sensor, aktuator berfungsi untuk manargetkan alat agar saat menembakan *dry powder* tepat sasaran, agar hal tersebut dapat tercapai maka diperlukan sistem kendali dengan metode *close loop*, metode ini sangat umum dipakai skala industrial, dikarenakan memiliki kestabilan yang sangat baik serta dapat meningkatkan kualitas *respons* sistem sesuai dengan kebutuhan. Selanjutnya Raspberry Pi difungsikan sebagai *device* yang menerima data untuk kebutuhan monitoring, tidak hanya itu Raspberry Pi ini difungsikan sebagai parameter izin untuk menyemprotkan *dry powder* ketika target atau api sudah terkunci.

1.2 Kajian Terdahulu

Tabel 1.1 akan diuraikan secara singkat penelitian sebelumnya tentang sistem pemadam api otomatis. Adapun kajian terdahulu penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut yang ditunjukkan pada tabel 1.1.

Tabel 1. 1. Tabel Referensi Utama

NO	JUDUL	PENELITI	TAHUN
1.	Implementasi Kamera Termal pada Pemadam Api Otomatis	Albion Chastity, Muhammad Rivai	2020
2	Pengendali Kecepatan Sudut Motor DC Menggunakan	Mila Diah Ika Putri, Alfian Ma'arif, Riky Dwi Puriyanto	2022

NO	JUDUL	PENELITI	TAHUN
	Kontrol PID dan Tuning Ziegler Nichols		
3.	Alat Pendeteksi Kebakaran Dini Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) Menggunakan <i>NodeMCU</i> Dan Telegram	Yonatan Surya Kristama	2022
4.	Rancang bangun robot pemadam api otomatis menggunakan sistem pneumatik berbasis <i>microcontroller atmega32</i>	Muhaimin	2021
5.	<i>Autonomous fire detection and extinguishing robot based on image processing</i>	Sadiq, Eftekhar Kundu, Arnab Hossain, Md Abid, Mushfiquzzaman	2023

Telah dilakukan berbagai penelitian mengenai sistem pemadam api otomatis, yang tertera pada Tabel 1.1. Penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa upaya untuk mendeteksi dan memadamkan api secara otomatis telah berkembang dengan pendekatan dan teknologi yang beragam.

Penelitian oleh Albion Chastity dan Muhammad Rivai (2020) mengimplementasikan kamera termal pada sistem pemadam api otomatis, yang berfungsi untuk mendeteksi titik panas sebagai indikator awal keberadaan api. Sistem ini berfokus pada keakuratan deteksi visual berbasis suhu untuk menentukan lokasi api secara presisi.

Selanjutnya, penelitian oleh Mila Diah Ika Putri, Alfian Ma'arif, dan Ricky Dwi Puriyanto (2022) mengembangkan kontrol kecepatan sudut motor DC menggunakan sistem kontrol PID dengan metode tuning Ziegler-Nichols. Dalam penelitiannya, sistem dirancang dan disimulasikan menggunakan perangkat lunak

matlab serta diimplementasikan pada perangkat keras berbasis Arduino Nano. Penelitian ini tidak secara langsung berkaitan dengan sistem pemadam api, namun memberikan kontribusi penting dalam hal kontrol aktuator yang relevan untuk mengarahkan alat ke sumber api secara presisi.

Yonatan Surya Kristama (2022) mengembangkan alat pendeteksi kebakaran dini berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan NodeMCU dan platform Telegram untuk memberikan peringatan secara *real-time*. Sistem ini menggabungkan beberapa sensor, seperti sensor suhu, asap, dan api, serta dilengkapi dengan buzzer dan pompa air untuk merespons keberadaan api. Penelitian ini menekankan pada sistem monitoring dan peringatan dini kebakaran melalui jaringan internet.

Muhaimin (2021) merancang dan membangun sebuah robot pemadam api otomatis yang menggunakan sistem pneumatik berbasis mikrokontroler ATmega32. Robot ini dirancang untuk bergerak secara otomatis menuju titik api dan memadamkannya menggunakan sistem mekanik yang telah ditentukan. Sistem ini merupakan pendekatan mekanis terhadap pemadaman api yang memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut.

Sadiq (2023) dalam penelitiannya yang berjudul *Autonomous Fire Detection and Extinguishing Robot Based on Image Processing* mengembangkan sistem pemadam api otomatis berbasis kamera yang menggunakan metode pemrosesan citra (*image processing*) untuk mendeteksi api secara visual dan mengarahkan aktuator secara otomatis ke sumber api. Sistem ini mengandalkan Raspberry Pi sebagai pemroses utama dan mengintegrasikan modul penyemprot air otomatis untuk merespons deteksi kebakaran secara *real-time*. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis visual memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan akurasi dan kecepatan respon sistem pemadam api.

Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa belum ada sistem yang mengintegrasikan deteksi visual berbasis kamera, pengiriman data *real-time* berbasis IoT, serta pengendalian presisi menggunakan sistem PID dalam satu kesatuan sistem. Oleh karena itu, penelitian dengan judul *Prototype Fire Extinguishing Mortar Menggunakan Image Processing dan Sistem*

Kendali *Proporsional-Integral-Derifativ* (PID) Berbasis *Internet of Things* sebagai Penanganan Pertama pada Kebakaran mengusulkan sistem pemadam api otomatis yang menyempurnakan penelitian terdahulu dengan menggabungkan ketiga metode tersebut.

Kamera digunakan sebagai sensor visual untuk mendeteksi api secara lebih presisi dibandingkan sensor konvensional, *Internet of Things* (IoT) dimanfaatkan untuk pengiriman data secara *real-time*, dan sistem kendali PID digunakan untuk mengatur aktuator dalam mengarahkan mortir pemadam ke sumber api. Dengan pendekatan ini, sistem yang dikembangkan mampu memberikan respon cepat, presisi tinggi, serta efisiensi penggunaan *dry powder*, sehingga diharapkan dapat meningkatkan efektivitas sistem pemadam api otomatis secara signifikan. Penelitian ini pun mengandung unsur kebaruan yang mengintegrasikan beberapa teknologi terkini dalam satu sistem terpadu untuk penanganan awal kebakaran.

1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang sudah diuraikan maka rumusan masalah yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun *Prototype Fire Extinguishing Mortar* Menggunakan *Image Processing* Dan Sistem Kendali *Proporsional-Integral-Derivative* (PID) Berbasis *Internet of Things* (IoT)?.
2. Bagaimana kinerja *Prototype Fire Extinguishing Mortar* Menggunakan *Image Processing* Dan Sistem Kendali *Proporsional-Integral-Derivative* (PID) Berbasis *Internet of Things* (IoT) ?.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem yang mampu menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi, serta memberikan solusi yang efektif dan sesuai spesifikasi. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta memberikan acuan atau referensi bagi penelitian selanjutnya di bidang yang sejenis.

1.4.1 Tujuan

Dari latar belakang dan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan Prototipe *Fire Extinguishing Mortar* Menggunakan *Image Processing* Dan Sistem Kendali *Proporsional-Integral-Derivative* (PID) Berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Menganalisis kinerja Prototipe *Fire Extinguishing Mortar* Menggunakan *Image Processing* Dan Sistem Kendali *Proporsional-Integral-Derivative* (PID) Berbasis *Internet of Things* (IoT).

1.4.2 Manfaat

Pada penelitian in terdapat dua manfaat yang ingin dicapai yaitu :

1. Manfaat akademis
Mampu mengaplikasikan salah satu bidang keilmuan dari bidang elektronika, sistem kendali, *Internet of Things* dan sistem kendali.
2. Manfaat Praktis
Sebagai sumber referensi pada penelitian Prototipe *Fire Extinguishing Mortar* Menggunakan *Image Processing* Dan Sistem Kendali *Proporsional-Integral-Derivative* (PID) Berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat memberikan kemudahan bagi pemadam kebakaran untuk mencegah kobaran api menjadi lebih besar.

1.5 Batasan Masalah

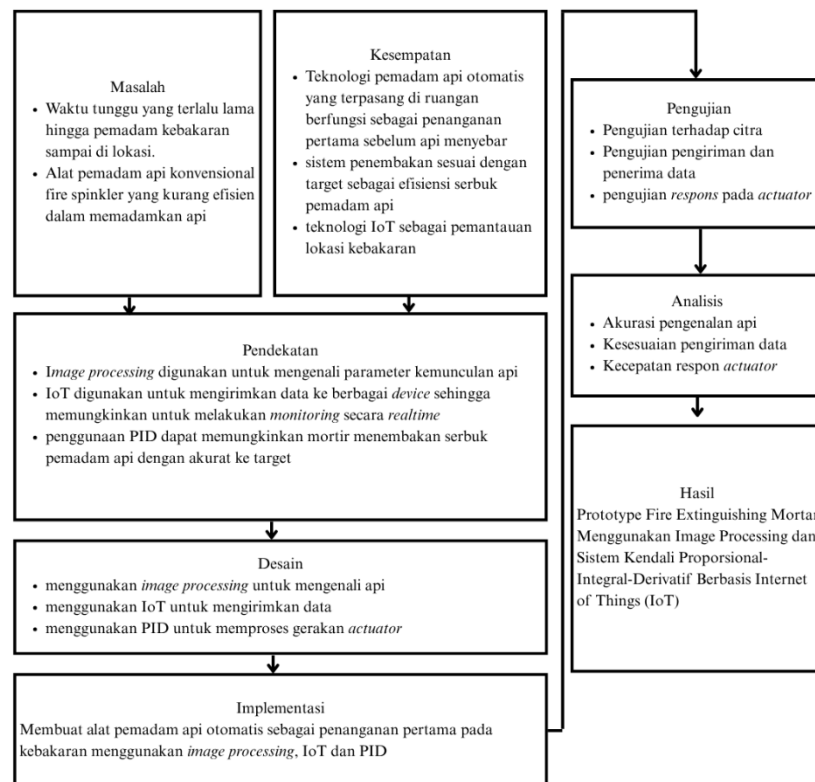
Bahasan yang berhubungan dengan penelitian ini sangat luas, sehingga diperlukan bahasan masalah pada penelitian ini, agar yang didapat lebih spesifik dan terarah. Masalah pada penelitian ini menitik beratkan pada :

1. Menggunakan kamera webcam sebagai alat untuk mendeteksi parameter kemuncuan api.
2. Menggunakan potensio sebagai pengganti sensor *rotary encoder* untuk menentukan sudut *pitc* dan *roll* pada gerakan putaran *vertikal* dan *horizontal* aktuator.

3. Menggunakan *motor stepper* sebagai penggerak *mortar*.
4. Controller yang digunakan adalah ESP32.
5. Menggunakan Raspberry Pi sebagai *device* untuk memproses citra digital.
6. *Compiler* yang digunakan adalah *Arduino IDE* dan *Python*.
7. *Broker* yang digunakan adalah *Mosquitto*.
8. Sistem yang digunakan untuk aktuator adalah sistem kendali *close loop* PID control.

1.6 Kerangka Berfikir

Berikut merupakan kerangka berpikir pada penelitian yang akan dibuat :



Gambar 1.1. Kerangka Berfikir.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari enam bab yang menguraikan permasalahan yang dibahas. Berikut sistematika penulisan tugas akhir ini:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi latar belakang, kajian terdahulu, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, karangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini menjelaskan tentang hal-hal pokok sebelum melakukan penelitian. Karena menyangkut dengan penelitian perlu adanya penguasaan teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan mengenai sistem fire *extinguishing mortar* menggunakan sistem *image processing*, *internet of things* (IoT) dan *PID Control*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menguraikan tentang metode penelitian yang digunakan pada penyusunan tugas akhir ini diantaranya studi literatur, identifikasi masalah, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, analisis dan kesimpulan.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini membahas mengenai proses pengujian yang dilakukan terhadap setiap bagian sistem secara terpisah. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa masing-masing komponen sistem bekerja sesuai dengan fungsinya sebelum digabungkan menjadi satu kesatuan. Setiap hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui performa dan keandalan sistem pada tahap implementasi.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menyajikan hasil pengujian sistem secara keseluruhan yang telah terintegrasi. Data hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi performa sistem, termasuk tingkat akurasi deteksi titik api, kecepatan *respons* sistem, serta kestabilan kendali PID. Diperlihatkan pula grafik yang menggambarkan efek *derivative kick* dan *integral windup* yang muncul selama proses pengujian, serta penjelasan teknis atas penyebab dan dampaknya terhadap sistem.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir berisi kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian, mencakup keberhasilan sistem dalam mendeteksi dan mengarahkan peluncur ke sumber api dengan akurat. Selain itu, disampaikan pula saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut, seperti peningkatan akurasi deteksi melalui metode *machine learning*,

penggunaan aktuator yang lebih responsif, serta integrasi dengan sistem peringatan dini.

