

Bombatronic : Sistem Pemadam Kebakaran Cerdas Otomatis Menggunakan *Computer Vision* Berbasis IoT

Anggota:

1. Adhyaksa Waruna Putro (AI Engineer)
2. Ali Mochtar Ahdina Sabilarrosyad (Mechatronic Engineer)
3. Luthfi Hanif (Software Engineer)
4. Syahrial Syarif Amri (Project Manager)

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ancaman atas **bahaya kebakaran** terus mengintai kenyamanan masyarakat karena peristiwa tersebut sulit diprediksi dan sering terlambat diketahui akibat **kurangnya sistem deteksi dan peringatan dini**. Kondisi tersebut mengakibatkan upaya penanganan oleh pemadam kebakaran menjadi lambat dan memperbesar dampak kerugian. Permasalahan **sulitnya akses lokasi** kejadian turut mengganggu pemadam dalam menangani kebakaran. Selain itu, pemadam kebakaran seringkali **terlambat mendapatkan informasi kebakaran** dan detail lokasi kejadian. Oleh karena itu, diperlukan **sistem proteksi kebakaran yang terintegrasi untuk meningkatkan kesiapsiagaan kebakaran dan meminimalisir dampak**.

Sistem proteksi kebakaran merupakan suatu sistem yang **harus ada** dan menjadi salah satu **faktor penting** untuk menghadapi bahaya kebakaran bangunan. Hal tersebut tertuang dalam undang-undang **No. 28 Tahun 2002**. Sistem proteksi kebakaran bangunan harus memenuhi persyaratan berupa mampu **mencegah timbulnya api, mencegah penjaralan api dan asap, dan memadamkan api**.

Kerugian akibat kebakaran bangunan tidak hanya berupa kerusakan bangunan secara **materil**, melainkan turut menyebabkan kerugian dari segi **moral**, bahkan timbulnya **korban jiwa**.

Kebakaran bangunan dapat disebabkan karena berbagai faktor seperti **kebocoran gas, korsleting listrik, dan kelalaian masyarakat**. Kondisi tersebut turut diperparah akibat rendahnya pemahaman dan kesadaran masyarakat akan bahaya kebakaran, **minimnya kesiapan masyarakat** dalam penanggulangan, **belum terintegrasinya sistem penanganan** serta **kurangnya sarana dan prasarana** sistem proteksi kebakaran yang memadai.

Data Daily Operational Reporting System (DORS) SOPS Polri menunjukkan bahwa jumlah kebakaran di Indonesia sejak Januari hingga 7 Oktober 2024 sebanyak **935 kasus** dengan **75,29%** menghancurkan rumah. Urgensi upaya **proteksi resiko kebakaran** telah diatur dalam **Permen PU No. 26/PRT/M/2008**. Peraturan tersebut menerangkan bahwa pengelolaan proteksi kebakaran bertujuan untuk mencegah terjadinya atau meluasnya kebakaran serta resiko penyerta melalui kesiapan sistem proteksi aktif dan pasif bangunan. Dalam konteks penanganan pertama kebakaran, **sistem proteksi aktif harus menjadi perhatian khusus** karena merupakan **langkah pertama penanganan kebakaran tahap awal**. Sistem proteksi aktif terdiri atas *detector*, Alarm kebakaran, *Sprinkle*, Hidran, dan APAR.

Namun, banyak penelitian menunjukkan bahwa masih **banyak bangunan di Indonesia yang belum sepenuhnya memenuhi standar sistem proteksi aktif kebakaran**. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1, yang menyajikan penilaian kelengkapan sistem proteksi aktif di beberapa gedung di Indonesia berdasarkan standar **Permen PU No. 26/PRT/M/2008** dan **Nilai Keandalan Sistem Keselamatan Bangunan**

1.2. Tujuan

Sasaran utama dari Bombatronic berupa tempat-tempat **pelayanan publik**, tetapi alat yang kami rancang ini dapat berlaku di **semua lini sosial masyarakat** dengan spesifikasi berdasarkan **fungsi dan tujuan**. Bombatronic dapat diimplementasikan untuk pencegahan, penanganan, dan peringatan dini kebakaran pada penggunaan rumah tangga, laboratorium, hotel dan penginapan, industri pabrik atau gudang logistik, fasilitas umum, perkantoran, pusat perbelanjaan, dan sejenisnya.

Inovasi Bombatronic menerapkan sistem **deteksi, peringatan dan penanggulangan dini** bencana kebakaran secara **real-time** berbasis **IoT** terintegrasi **website monitoring**. Sistem ini akan mendeteksi api menggunakan **kamera dan sensor** untuk mencari titik api dan akan menyemburkan air ke titik api secara **otomatis**. Melalui **integrasi website**, sistem mengirimkan peringatan dan pemberitahuan secara **real-time** kepada pemilik bangunan ataupun instansi pemadam kebakaran termasuk lokasi pasti kebakaran sehingga **respons darurat** dapat dilakukan. Dengan **deteksi dini, penanganan cepat** serta **koordinasi yang efisien** dengan instansi pemadam kebakaran menjadikan **resiko kerugian material dan korban jiwa** dapat **diminimalisir**.

1.3. Manfaat

Berdasarkan hal tersebut, manfaat yang diharapkan melalui inovasi Bombatronic yaitu:

1. **Menurunnya jumlah kejadian bencana kebakaran** melalui fitur **deteksi dini** secara **real-time** sehingga kejadian kebakaran dapat segera teridentifikasi dan segera dipadamkan secara **otomatis** sebelum menyebar.
2. **Meningkatkan efisiensi pemadam kebakaran** melalui **integrasi** sistem Bombatronic dengan **website** instansi pemadam kebakaran yang memberikan **pemberitahuan dan lokasi** kejadian. Hal ini dilatarbelakangi permasalahan **terlambatnya penanganan** akibat **buruknya koordinasi**.
3. **Meminimalkan kerugian materil dan korban jiwa** akibat kebakaran melalui **deteksi dini** dan pemadaman api **otomatis** pada sistem Bombatronic serta **terintegrasinya** dengan **website** instansi pemadam kebakaran untuk memberikan informasi kejadian kebakaran dan lokasi akurat kejadian.

2. PENGEMBANGAN PROTOTYPE

2.1. Inovasi

Bombatronic adalah alat pemadam api **otomatis** berbasis **AI** yang mengintegrasikan **computer vision, Robotika** dan **IoT** untuk mendeteksi serta mengarahkan cultivator ke titik api dengan **presisi tinggi**. Dengan analisis visual **real-time**, sistem ini memastikan penggunaan air yang **optimal**, meningkatkan **efisiensi** pemadaman, dan **mengurangi risiko** bagi petugas pemadam kebakaran.

Penggunaan **AI** digunakan untuk mendeteksi titik lokasi api secara **akurat** dan tingkat bahaya api, dengan demikian analisis dan penanganan dapat dilakukan secara **optimal**.

Penggunaan **IoT** digunakan untuk mengintegrasikan sensor-sensor pendukung yakni sensor suhu, sensor gas CO, sensor gelombang api, dan GPS dan juga aktuator

berupa servo 2 DoF dan juga DC Water Pump. Sistem tersebut akan terintegrasi dengan *cloud* melalui komunikasi MQTT untuk pengolahan citra, visualisasi data, dan *warning system* untuk posko damkar terdekat apabila tingkat kebakaran perlu penanganan profesional. Dengan demikian, **Bombatronic dapat menjadi alat preventif dan represif untuk bencana kebakaran.**

Solusi yang kami tawarkan berbeda dengan beberapa solusi lainnya yang ada, hal ini dikarenakan beberapa hal yang terdapat pada sistem kami, yaitu:

- Penggunaan **computer vision** dan konsep **robotika** untuk pemadaman yang lebih efektif
- Adanya **warning system** yang akan terhubung ke posko damkar terdekat sebagai langkah preventif
- Pemanfaatan teknologi **chatbot** sebagai edukasi tambahan mengenai kualitas udara dan permasalahan mengenai kebakaran dan cara menanganinya
- Optimasi penggunaan bahan pemadam api
- Kustomisasi bahan pemadam api (apabila akan diimplementasikan di lokasi tertentu yang memiliki potensi kebakaran oleh bahan yang khusus)

2.2. Teknologi

Secara umum, sistem Bombatronic terbagi menjadi :

A. Sensor

- DHT11 : untuk mendeteksi **temperatur ruang**
- KY-026 : untuk mendeteksi **gelombang api**
- MQ-7 : untuk mendeteksi **kadar CO**
- GPS Module : untuk menangkap **koordinat lokasi**

B. Aktuator

- Servo : untuk mengarahkan cultivator air dengan **2 DoF**
- DC Water Pump : untuk mendorong air keluar dengan **kecepatan tinggi**

C. Camera

- ESP32 Cam : untuk menangkap citra secara **real-time**

D. Software

- Streamlit : untuk **visualisasi data monitoring**
- CallMeBot API : untuk koneksi **warning system** ke pihak terkait