

Prototipe Sistem Deteksi Kebakaran dengan Pemanfaatan *Machine Learning* Berbasis Pengolahan Gambar

Ahmad Roihan¹, Ihsan Ajmil Rizkia², Muhammad Rino Tangguh³

¹Sistem Komputer, Sains dan Teknologi

^{2,3}Teknik Informatika, Sains dan Teknologi

Universitas Raharja

Kota Tangerang, Indonesia

E-mail: ¹ahmad.roihan@raharja.info, ²ihsan.ajmil@raharja.info, ³rino.tangguh@raharja.info

Correspondence : e-mail: ahmad.roihan@raharja.info

Diajukan: 21 Agustus 2024; Direvisi: 24 Agustus 2024; Diterima: 26 Agustus 2024

Abstrak

Kondisi kebakaran merujuk pada keadaan di mana api, dalam bentuk kecil atau besar, muncul pada lokasi, situasi, dan waktu yang tidak diinginkan serta berpotensi merugikan. Terdapat beragam faktor yang dapat menyebabkan kebakaran, seperti pembuangan puntung rokok yang masih membara atau terjadinya ledakan tabung gas. Dalam konteks ini, diperlukan sebuah sistem yang terhubung dengan internet untuk memberikan peringatan dini terhadap kebakaran guna memungkinkan penanganan yang cepat dan efektif, serta untuk menghindari kerugian jiwa dan harta benda. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah penanganan kebakaran dengan menyediakan sistem peringatan yang responsif. Sistem ini menggunakan teknologi *machine learning* berbasis pengolahan gambar dan melibatkan komponen seperti Raspberry Pi camera OV5647, buzzer, dan Raspberry Pi 3. Ketika terdeteksi potensi kebakaran, sistem akan mengirimkan notifikasi peringatan melalui telegram bot kepada pengguna dan mengaktifkan buzzer sebagai tanda bahaya. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini mencakup observasi, wawancara, studi pustaka, analisis, pembuatan prototipe, dan pengujian. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi citra api yang berpotensi menyebabkan kebakaran dan memberikan notifikasi kepada pengguna melalui pesan telegram bot serta dengan menyalakan buzzer sebagai tanda bahaya.

Kata kunci: Kebakaran, Machine Learning, Pengolahan Gambar, Raspberry Pi 3.

Abstract

Fire conditions refer to situations where fire, in small or large form, appears at an undesirable location, situation and time and has the potential to be detrimental. There are various factors that can cause a fire, such as throwing away smoldering cigarette butts or exploding gas cylinders. In this context, a system connected to the internet is needed to provide early warning of fires to enable quick and effective handling, and to avoid loss of life and property. This research aims to overcome the problem of handling fires by providing a responsive warning system. This system uses machine learning technology based on image processing and involves components such as the Raspberry Pi camera OV5647, buzzer, and Raspberry Pi 3. When a potential fire is detected, the system will send a warning notification via telegram bot to the user and activate the buzzer as a warning sign. The methods applied in this research include observation, interviews, literature study, analysis, prototyping and testing. The main objective of this research is to detect fire images that have the potential to cause fires and provide notifications to users via telegram bot messages and by turning on the buzzer as a danger signal.

Keywords: Fire, Machine Learning, Image Processing, Raspberry Pi 3.

1. Pendahuluan

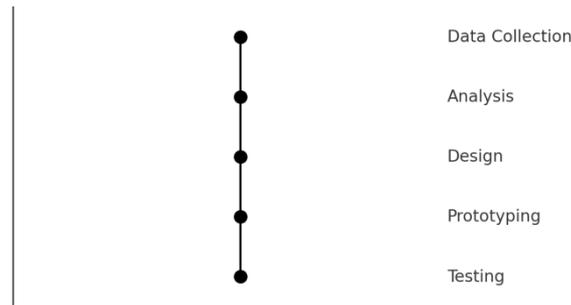
Bencana merupakan serangkaian peristiwa yang dapat membahayakan kehidupan dan penghidupan masyarakat akibat faktor alam, faktor non alam, maupun ulah manusia, sehingga mengakibatkan korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian materiil, dan dampak psikologis, sesuai dengan Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 [1][2]. Salah satu jenis bencana yang mungkin terjadi

adalah kebakaran, di mana situasi ini ditandai dengan adanya api yang melanda bangunan seperti rumah, pabrik, pasar, dan gedung, yang mengakibatkan kerugian dan korban. Meskipun kemajuan teknologi mampu mengidentifikasi gejala awal suatu bencana, namun detail kejadian bencana masih sering hanya dapat diprediksi oleh manusia. Dengan mampu mengenali tanda-tanda awal bencana, manusia dapat melakukan persiapan sebelum, saat, dan setelah terjadinya bencana untuk mengurangi dampaknya. Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Provinsi DKI Jakarta, terdapat sebanyak 6.429 kasus kebakaran di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2020, yang didominasi oleh korsleting listrik dibandingkan dengan faktor alam. Hal ini menunjukkan bahwa kebakaran merupakan bencana serius yang memerlukan penanganan yang tepat [3]. Oleh karena itu, sistem pendeteksi kebakaran yang merespons citra api dalam ruangan dan mengirimkan notifikasi melalui Bot Telegram diimplementasikan untuk memungkinkan penanganan yang lebih cepat dan efektif saat terjadi kebakaran [4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi citra api yang cermat dan andal guna mengantisipasi potensi kebakaran di gedung-gedung tinggi. Melalui teknologi pengolahan citra, sistem ini akan mampu mengidentifikasi secara akurat citra api yang berpotensi menyebabkan kebakaran. Selain itu, sistem juga akan dikonfigurasi untuk mengirimkan notifikasi langsung kepada pengguna melalui pesan Telegram bot, memungkinkan respons yang cepat dan tepat waktu terhadap situasi darurat. Dengan memanfaatkan *buzzer* sebagai tambahan, sistem akan memberikan tanda bahaya secara langsung, memberi kesempatan bagi pengguna untuk mengambil tindakan preventif sebelum kebakaran membesar. Diharapkan bahwa dengan implementasi sistem ini, keselamatan dan keamanan di lingkungan gedung tinggi dapat ditingkatkan, serta potensi kerugian akibat kebakaran dapat diminimalkan.

2. Metode Penelitian

Dalam upaya mengumpulkan data yang terperinci dan relevan untuk mendukung kelancaran penelitian, berbagai metode penelitian digunakan secara cermat dan terstruktur. Salah satunya adalah metode observasi, yang melibatkan pengamatan langsung terhadap situasi atau objek yang diteliti. Dengan melakukan observasi, peneliti dapat memperoleh pemahaman yang mendalam tentang kondisi nyata yang diamati, yang dalam konteks ini memungkinkan untuk mendapatkan wawasan yang lebih baik tentang proses, kondisi, dan fenomena yang terjadi tanpa adanya distorsi atau bias yang mungkin muncul dari sumber data lainnya. Selanjutnya, metode wawancara digunakan sebagai alat untuk memperdalam pemahaman terhadap subjek penelitian. Wawancara memungkinkan peneliti untuk berinteraksi langsung dengan pihak terkait atau informan kunci, yang dalam hal ini bisa menjadi pimpinan, staf, atau pemangku kepentingan terkait topik penelitian. Dengan melakukan wawancara, peneliti dapat mengajukan pertanyaan yang spesifik, mengeksplorasi pandangan dan pengalaman responden, serta memperoleh data kualitatif yang berharga untuk memperkaya analisis penelitian. Sementara itu, metode studi pustaka menjadi landasan yang kuat dalam mengembangkan pemahaman teoritis terkait topik penelitian. Melalui studi pustaka, peneliti melakukan pencarian literatur yang relevan, termasuk buku, jurnal ilmiah, artikel, dan sumber-sumber lainnya yang terkait dengan topik penelitian. Dengan mempelajari literatur yang ada, peneliti dapat mengidentifikasi kerangka teoritis, konsep, dan temuan penelitian terdahulu yang dapat memberikan wawasan dan pemahaman yang mendalam tentang topik yang diteliti. Selain itu, metode analisis sistem, yang mencakup metode *Research and Development (R&D)* [5], digunakan untuk memahami struktur, fungsi, dan kekurangan sistem yang ada serta mengembangkan solusi atau produk yang baru. Metode ini melibatkan analisis menyeluruh terhadap sistem yang sedang diperiksa, termasuk identifikasi masalah, kebutuhan, dan persyaratan, serta pengujian dan evaluasi produk atau solusi yang dihasilkan untuk memastikan keefektifan dan kualitasnya. Begitu juga, metode perancangan sistem menjadi kunci dalam mengembangkan konsep dan desain sistem yang baru atau diperbaharui. Dengan menggunakan berbagai alat dan teknik seperti diagram blok, sistem *flowchart*, dan program *flowchart*, peneliti dapat merancang sistem dengan lebih terinci, memperhitungkan komponen-komponen, interaksi antar komponen, dan alur kerja sistem secara komprehensif. Metode *prototype* juga menjadi bagian penting dalam proses pengembangan sistem, yang memungkinkan pengembang untuk membuat model awal dari solusi atau produk yang direncanakan. Dengan menggunakan metode *prototyping*, pengembang dapat melakukan iterasi dan perbaikan berdasarkan umpan balik dari pengguna atau pemangku kepentingan, sehingga menghasilkan produk atau sistem yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna. Terakhir, metode testing digunakan untuk menguji dan mengevaluasi kinerja, fungsionalitas, dan kualitas sistem yang dikembangkan. Melalui metode ini, peneliti dapat mengidentifikasi dan memperbaiki potensi masalah atau kelemahan dalam sistem, serta memastikan bahwa sistem yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan. Dengan menggunakan berbagai teknik seperti *Black-box testing* dan *white box testing*, peneliti dapat melakukan pengujian yang menyeluruh dan sistematis untuk memastikan kehandalan dan konsistensi sistem yang dikembangkan.

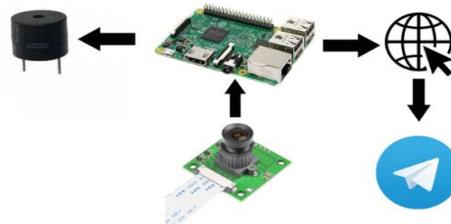


Gambar 1. Metode Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam pembuatan *prototype* pendeteksi kebakaran berbasis *machine learning* [6] menggunakan *image processing* terdapat diagram blok, *flowchart* sistem dan rancangan implementasi sistem [7].

3.1. Diagram Blok



Gambar 2. Diagram Blok

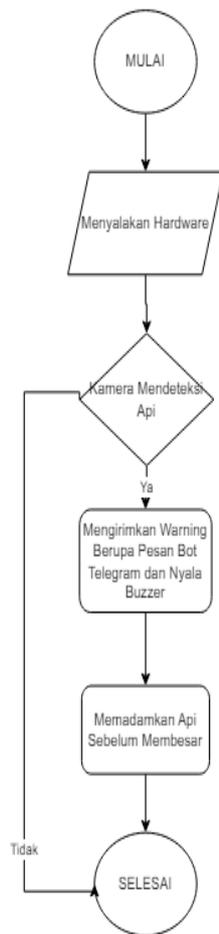
Dengan penjelasan lebih rinci, kamera OV5647 dan *buzzer* dihubungkan secara langsung ke Raspberry Pi 3 B melalui konfigurasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diselenggarakan. Kamera bertindak sebagai sensor untuk mengidentifikasi gambar api yang potensial sebagai tanda kebakaran, sementara *buzzer* berperan sebagai alarm untuk memberikan peringatan audio [8]. Raspberry Pi 3 B terkoneksi dengan internet melalui jaringan Wi-Fi, memungkinkannya untuk mengakses layanan Telegram guna mengirimkan notifikasi kepada pengguna terkait potensi kebakaran. Dengan demikian, sistem ini menggabungkan integrasi perangkat keras dan konektivitas internet untuk memberikan respons yang cepat terhadap ancaman kebakaran, meningkatkan keselamatan di lingkungan yang dipasang.

3.2. Flowchart Sistem

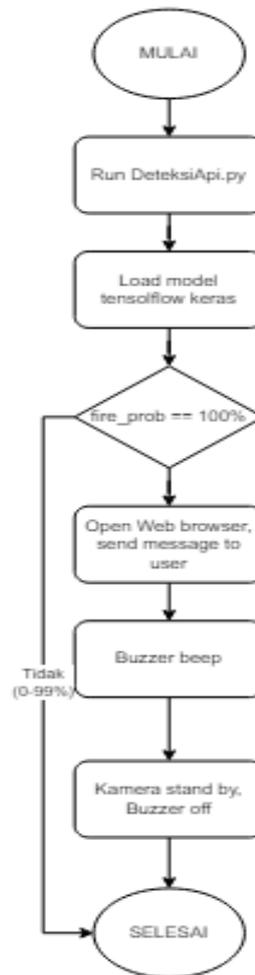
Sistem berjalan melalui serangkaian tahapan yang dimulai dengan aktivitas patroli oleh petugas keamanan. Saat kebakaran terdeteksi, dilakukan evaluasi untuk menentukan tingkat keparahan api. Jika kebakaran masih dapat dikendalikan, langkah mitigasi awal berupa pemadaman dengan air dilakukan. Namun, jika api sudah membesar, tindakan lebih lanjut adalah menghubungi petugas pemadam kebakaran untuk penanganan lebih lanjut, guna mencegah kerugian yang lebih besar.

Gambar 3 menjelaskan sistem pencegahan kebakaran seperti representasi visual dari proses-proses yang terlibat dalam mencegah kebakaran. Terdapat dua simbol terminator yang menandakan awal dan akhir dari alur proses, menandakan bahwa proses dimulai dari titik tertentu dan berakhir ketika semua langkah telah diselesaikan. Selanjutnya, simbol *input/output* menandakan adanya proses input atau output tanpa ketergantungan pada peralatan, yang dalam konteks ini mencakup aktivitas menyalakan hardware yang berhubungan dengan pencegahan kebakaran. Simbol keputusan menjadi langkah penting dalam pengambilan keputusan, memberikan opsi "Ya" dan "Tidak" terkait dengan kondisi kebakaran. Jika jawabannya adalah "Ya", sistem akan merespons dengan mengirimkan pesan melalui Bot Telegram dan mengaktifkan *buzzer* sebagai tindakan pencegahan tambahan. Namun, jika jawabannya adalah "Tidak", proses akan selesai tanpa tindakan lebih lanjut.

Gambar 4 adalah representasi visual dari *flowchart* program yang diusulkan, yang terdiri dari beberapa komponen penting. Pertama, terdapat dua simbol terminator yang menandakan awal dan akhir dari program, ditandai dengan "Mulai" dan "Selesai", yang menggambarkan aliran proses dari awal hingga selesai. Selanjutnya, terdapat lima simbol proses yang merepresentasikan berbagai tindakan yang dilakukan oleh komputer dalam menjalankan program tersebut. Terakhir, terdapat satu simbol *decision* yang berfungsi sebagai langkah pengambilan keputusan, dengan pilihan "Ya" dan "Tidak", yang memungkinkan program untuk beralih antara jalur berbeda tergantung pada kondisi yang diberikan.

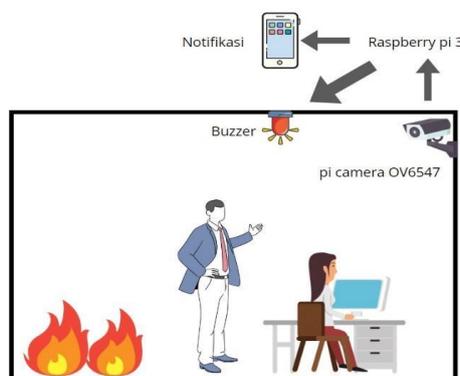


Gambar 3. Flowchart Sistem yang Diusulkan



Gambar 4. Flowchart Program yang Diusulkan

Pada Gambar 5 sistem yang telah dikembangkan memiliki kemampuan untuk mendeteksi keberadaan api di area yang dapat dijangkau. Apabila terjadi deteksi api, sistem akan secara otomatis menginisiasi serangkaian tindakan pencegahan. Pertama, sistem akan mengirimkan pemberitahuan kepada pengguna melalui platform Bot Telegram, memberikan informasi tentang kejadian yang terdeteksi. Selain itu, sebagai tindakan pencegahan tambahan, sistem akan mengaktifkan peringatan lokal berupa bunyi *buzzer* yang bertujuan untuk memberikan peringatan langsung kepada individu di sekitar area terdeteksi, sehingga memungkinkan tindakan responsif untuk mengatasi situasi yang muncul. Sistem ini memberikan lapisan perlindungan yang komprehensif dan responsif terhadap kejadian kebakaran yang terdeteksi.

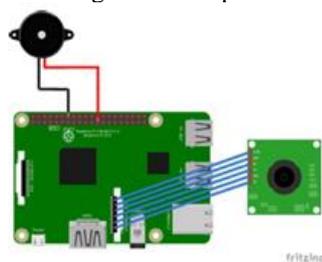


Gambar 5. Implementasi Sistem

Sistem yang digunakan di dalam proyek ini mengandalkan teknologi Raspberry Pi Camera OV5647 yang diintegrasikan dengan port kamera Raspberry Pi 3 untuk melakukan deteksi api secara efektif. Selain itu, sebagai tambahan fitur penting, terdapat penggunaan *buzzer* yang telah terpasang dengan konfigurasi yang sesuai. *Buzzer* ini diatur dengan kaki plus (+) yang terhubung ke Pin 23 dan kaki minus (-) yang terhubung ke ground (GND) pada perangkat Raspberry Pi. Fungsinya adalah sebagai sistem peringatan lokal yang akan aktif secara otomatis ketika sistem mendeteksi keberadaan api. Dengan aktivasi *buzzer*, sistem memberikan peringatan audio yang jelas kepada individu yang berada di sekitar area yang terdeteksi, sehingga memberikan langkah antisipasi yang cepat dan efektif dalam menanggapi situasi darurat [9].

3.3. Cara Kerja Alat

Alat ini dirancang dengan menggunakan Raspberry Pi 3 B sebagai mikrokomputer utama, yang merupakan inti dari sistem. Kamera Raspberry Pi OV5647 digunakan sebagai alat untuk mendeteksi citra api dan juga sebagai alat untuk menangkap gambar. Sedangkan *buzzer* berfungsi sebagai perangkat peringatan lokal yang akan memberikan peringatan audio jika terdeteksi kebakaran. Proses kerja alat dimulai dengan penggunaan *TensorFlow Keras* sebagai *library* untuk memproses dan mengolah gambar model citra api yang akan digunakan [10]. Ketika kamera OV5647 menangkap gambar, Raspberry Pi akan memproses hasil tangkapan citra tersebut. Proses pengolahan ini melibatkan penggunaan *TensorFlow Keras* untuk mengidentifikasi apakah terdapat citra api dalam gambar yang diambil. Setelah proses pengolahan selesai, alat akan memberikan *output* berupa notifikasi kepada pengguna melalui Bot Telegram jika citra api terdeteksi. Notifikasi ini dapat berisi informasi tentang adanya kebakaran dan instruksi tindakan selanjutnya yang perlu diambil oleh pengguna. Jika citra api terdeteksi, *buzzer* akan diaktifkan untuk memberikan peringatan audio lokal kepada individu di sekitar area yang terdeteksi kebakaran. Hal ini memberikan lapisan perlindungan tambahan dengan memberikan peringatan langsung kepada individu di sekitar area terjangkau, sehingga memungkinkan tindakan responsif untuk mengatasi situasi kebakaran dengan lebih cepat dan efektif.



Gambar 6. Rangkaian Alat



Gambar 7. Prototipe Sistem Deteksi Kebakaran

3.4. Pengujian Black-box

Setelah merancang dan memasang semua komponen, baik perangkat lunak maupun perangkat keras, proses uji coba dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dibuat telah siap digunakan. Berikut ini adalah tabel pengujian *Black-box prototype* pendeteksi kebakaran menggunakan *Machine Learning* Berbasis *Image Processing* [11]. Adapun keterangan dalam pengujian adalah sebagai berikut,

1. Terdeteksi api 0% hingga 99.9% = Tidak mengirimkan notifikasi dan tidak menyalakan *buzzer*.
2. Terdeteksi api 100% = Mengirimkan notifikasi telegram dan nyala *buzzer*.

Tabel 1. Pengujian *Black-box* Deteksi Api

No	Skenario pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Mencoba Mengidentifikasi api/korek api dalam jarak 50cm (api kecil)	Tidak dapat mendeteksi korek api	Terdeteksi Api sekitar 20 – 40 %
2	Mencoba Mengidentifikasi api/korek api dalam jarak 1 meter (api kecil)	Tidak dapat mendeteksi korek api	Tidak terdeteksi api
3	Mencoba mengidentifikasi api besar dalam jarak <3 meter (api besar)	Dapat mendeteksi api	1-2 detik terdeteksi api

4	Mencoba mengidentifikasi api besar dalam jarak 4 meter (api besar)	Dapat mendeteksi api	4 detik terdeteksi api
5	Mencoba mengidentifikasi api palsu dalam jarak 50cm (api palsu)	Tidak dapat mendeteksi api palsu	90% tidak terdeteksi
6	Mencoba mengidentifikasi api palsu dalam jarak 1 meter (api palsu)	Tidak dapat mendeteksi api palsu	0,2% terdeteksi api

4. Kesimpulan

Langkah-langkah pencegahan terhadap risiko kebakaran belum terlaksana sepenuhnya pada organisasi dalam penelitian ini. Karena itu, risiko terjadinya kebakaran tidak dapat diminimalisir, yang pada gilirannya dapat menyebabkan kerugian yang signifikan ketika kebakaran terjadi. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan mikrokomputer Raspberry Pi 3 B sebagai pengolah data utama, disertai dengan kamera Pi OV5647 yang bertugas sebagai alat untuk menangkap citra api. Ketika citra api terdeteksi, sistem akan mengirimkan notifikasi peringatan melalui pesan Telegram Bot dan mengaktifkan *buzzer* sebagai peringatan lokal. Setelah melalui proses perancangan, alat diuji menggunakan metode *Black-box*, dan hasilnya menunjukkan bahwa fungsionalitas dan kinerja sistem berjalan dengan baik, sehingga layak digunakan. Secara finansial, biaya pembuatan alat tersebut masih dalam kisaran yang terjangkau. Penelitian ini dapat menjadikan landasan untuk implementasi dalam skala besar dengan jarak yang lebih jauh seperti penerapan dalam kamera CCTV.

Daftar Pustaka

- [1] M. Danil, "Manajemen Bencana," *PROSIDING UNIVERSITAS DHARMAWANGSA*, vol. 1, pp. 7-14, 2021.
- [2] I. Isngadi dan M. Khakim, "Efektivitas Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana dan Fikih Kebencanaan Terhadap Perilaku Warga Muhammadiyah (Studi Kasus Covid-19)," *Jurnal Komunikasi Hukum (JKH)*, vol. 7, no. 1, pp. 202-216, 2021.
- [3] M. R. Vialdi, A. Andrianto, dan S. A. Putri, "PERANCANGAN FIREFIGHTER DRONE UNTUK DAERAH PERMUKIMAN PADAT PENDUDUK," *eProceedings of Art & Design*, vol. 10, no. 1, 2023.
- [4] K. Aldi, "RANCANG BANGUN APLIKASI MOBILE MONITORING PARAMETER LINGKUNGAN DAN BESARAN LISTRIK PADA GEDUNG TINGGI BERBASIS ANDROID," *Skripsi S1 Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 2024.
- [5] N. Nurhayati, Y. Yunus, dan A. I. Juwita, "Perancangan dan Pembuatan Aplikasi Media Pembelajaran Berbasis Android pada Mata Pelajaran Produk Kreatif dan Kewirausahaan," *Jurnal PTI (Pendidikan Dan Teknologi Informasi) Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan Universitas Putra Indonesia Yptk Padang*, pp. 45-56, 2021.
- [6] A. Roihan, A. P. Sunarya, and A. S. Rafika, "Pemanfaatan machine learning dalam berbagai bidang," *J. Khatulistiwa Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 75-82, 2020.
- [7] A. Afrizal, S. J. I. Ismail, dan G. B. Satrya, "Perancangan Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Deteksi Wajah Berbasis Machine Learning Menggunakan Tensorflow," *eProceedings of Applied Science*, vol. 8, no. 1, 2022.
- [8] A. W. A. Surbakti dan R. E. Putri, "Penghitung Pengunjung dan Deteksi Masker Menggunakan OpenCV dan YOLO," *CHIPSET*, vol. 3, no. 02, pp. 83-93, 2022.
- [9] D. Abdullah, U. Prayogi, S. Asnur, Q. Aini, dan F. Santoso, "Rancang Bangun Prototype Smart Home Pada Rumah Tipe 36 dengan Kendali Smartphone Berbasis IOT (Internet Of Things)," *SEFA MEDIA UTAMA*, 2023.
- [10] M. Malik, "Deteksi Suhu Tubuh dan Masker Wajah dengan MLX90614, Opencv, Keras/Tensorflow, dan Deep Learning," *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, vol. 6, no. 1, pp. 19-25, 2022.
- [11] R. Septiani dan I. G. Waluyo, "RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI TITIK KEBAKARAN DENGAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS IOT PADA MTS AL-DZIKRI," *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, vol. 2, no. 02, pp. 450-459, 2023.