

Build and Design Roy's Flood Alarm DetectorBased on ESP 32 Cam [Rancang Bangun Roy's Flood Alarm Detector Berbasis Esp32 Cam]

Roy Andi Subagia¹⁾, Inggit Marodiyah ^{*,2)}

¹⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: Inggit@umsida.ac.id

Abstract. *Kedungbanteng Village in Tanggulangin Subdistrict, Sidoarjo Regency, is a flood-prone area due to its lowland geography and proximity to major rivers such as the Brantas and Porong Rivers, with floods occurring annually, including a 30 cm flood in February 2024. To improve flood mitigation, this research developed an early warning system utilizing the ESP32-CAM microcontroller, ultrasonic sensors, and cameras to detect water levels in real-time, processed using fuzzy logic to enhance measurement accuracy. The system activates indicator lights, alarms, and sends information to the Telegram application when water levels reach a critical threshold, aiming to provide timely and accurate information to the community to take preventive measures and reduce the impact of flooding.*

Keywords - RFAD, Fuzzy Logic, Flood Detector

Abstrak. *Desa Kedungbanteng di Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo, merupakan wilayah rawan banjir akibat kondisi geografisnya yang rendah dan dikelilingi sungai besar seperti Sungai Brantas dan Porong, sehingga banjir rutin terjadi, seperti pada Februari 2024 dengan ketinggian mencapai 30 cm. Untuk meningkatkan mitigasi banjir, penelitian ini mengembangkan sistem peringatan dini menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM, sensor ultrasonik, dan kamera untuk mendeteksi ketinggian air secara real-time, yang diproses dengan logika fuzzy guna meningkatkan akurasi pengukuran. Sistem ini mengaktifkan lampu indikator, bel, dan mengirimkan informasi ke aplikasi Telegram saat ketinggian air mencapai ambang batas tertentu, sehingga diharapkan mampu memberikan informasi cepat dan tepat waktu bagi masyarakat dalam mengambil langkah pencegahan untuk mengurangi dampak banjir.*

Kata Kunci - RFAD, Logika Fuzzy, Deteksi Banjir

I. PENDAHULUAN

Desa Kedungbanteng ialah suatu desa yang berlokasi di Kecamatan Tanggulangin Kabupaten Sidoarjo dengan luas area 137,17 hektar. Desa Kedungbanteng berada di lahan rendah yang dikelilingi oleh beberapa sungai besar, termasuk Sungai Brantas dan Sungai Porong. Karena itu, desa ini sangat rawan atau rentan terkena bencana banjir, terutama selama musim hujan. Di samping itu, banjir di Desa Kedungbanteng adalah kejadian yang berlangsung setiap tahun. Sebagaimana diketahui, level banjir yang terjadi di Kedungbanteng pada bulan Februari 2024 lalu mencapai 30 cm [1]. Risiko merupakan suatu akibat yang terjadi selama proses atau kegiatan berlangsung, sehingga apabila terdapat risiko yang dapat merugikan maka akan dilakukan tindakan pengendalian risiko. pengendalian risiko dapat mengurangi kerugian yang terjadi. Pertama, melakukan identifikasi risiko, dimana identifikasi ini dilakukan pada saat musim hujan. Kedua, menganalisis risiko yang terjadi. Ketiga, mengevaluasi risiko. Dan keempat, menindaklanjuti risiko dengan melakukan mitigasi sehingga dapat mengurangi risiko dan dampak yang terjadi [2]. Banjir tidak hanya menimbulkan kerugian harta benda namun juga dapat mengancam keselamatan jiwa [3]. Dalam penelitian terdahulu, telah diidentifikasi berbagai metode untuk memprediksi dan mendeteksi banjir, namun masih terdapat tantangan dalam hal akurasi dan kecepatan respons. Oleh karena itu, pengembangan sistem peringatan dini banjir sangat penting untuk mengurangi dampak banjir [4]. Penetapan dilakukan dengan menganalisis potensi risiko menggunakan metode tertentu. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi bahaya yang berpotensi terjadi [5]. Sistem peringatan dini yang efektif memberikan informasi yang tepat waktu kepada masyarakat sehingga tindakan pencegahan dan evakuasi yang diperlukan dapat dilakukan sebelum bencana terjadi. Sistem peringatan dini banjir yang efektif harus mampu memantau ketinggian air secara real time dan memberikan informasi yang cepat dan akurat kepada masyarakat[6].

Pada penelitian terhadulu dikembangkan sistem peringatan dini banjir dengan menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM sebagai pengontrol utama. [7]. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air [8]. Sensor ultrasonik mendeteksi perubahan ketinggian air, dan ketika ketinggian air mencapai batas tertentu, sistem akan mengaktifkan lampu indikator sebagai sinyal peringatan pertama dan membunyikan bel untuk memberi tahu bahwa ketinggian air cukup tinggi sehingga memerlukan perhatian segera. Selain itu, ESP32-CAM juga dilengkapi dengan sensor kamera yang digunakan untuk memverifikasi kondisi ketinggian air secara visual.[9]. Validasi ini penting untuk memastikan bahwa data yang diterima sensor ultrasonik sesuai dengan keadaan sebenarnya di lapangan sehingga mengurangi kemungkinan kesalahan pendektsian[10].

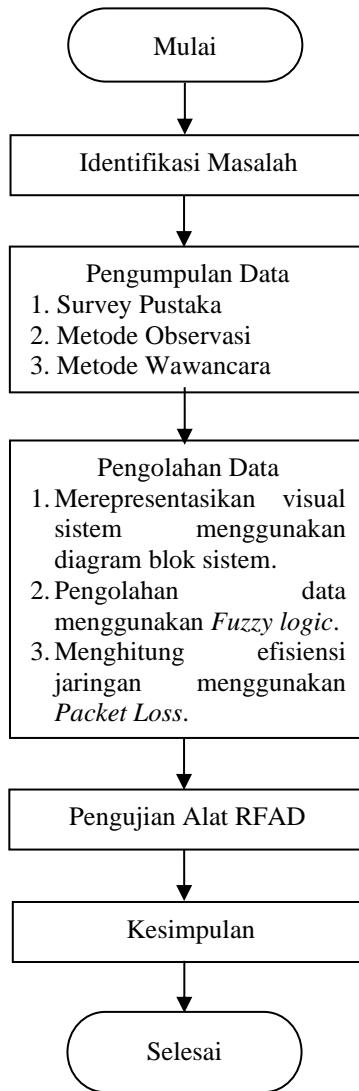
Logika fuzzy merupakan proses fuzzifikasi, yaitu tahap pembentukan fungsi keanggotaan logika fuzzy. Nilai input untuk kesalahan pengaburan berasal dari setpoint yang diinginkan serta nilai suhu dan kelembaban yang ditampilkan

oleh sensor. Namun pada fuzzifikasi *error delta*, nilai inputnya adalah selisih antara nilai error saat ini dengan nilai *error* sebelumnya[11].

Untuk memberikan informasi secara *real-time* kepada pengguna, sistem memiliki fitur integrasi dengan aplikasi Telegram sebagai media distribusi informasi[12]. Telegram ialah perangkat lunak yang berfungsi mengirim pesan singkat yang mirip dengan aplikasi pesan singkat lainnya semacam WhatsApp, Line, dll. Aplikasi Telegram merupakan perangkat lunak multiplatform yang berarti kompatibel dengan berbagai sistem operasi semacam Windows, Android, MacOS X, dan Linux. [13]. Menggunakan Telegram, pengguna menerima notifikasi tentang status sistem peringatan, seperti: Ketinggian air saat ini, status lampu indikator dan suara bel[14]. Dengan demikian, masyarakat dapat dengan cepat dan mudah menerima informasi penting yang dapat membantu mereka dalam mengambil tindakan yang diperlukan.

II. METODE

Pada penelitian ini terdapat beberapa alur yang digunakan sebagai acuan proses berjalananya penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

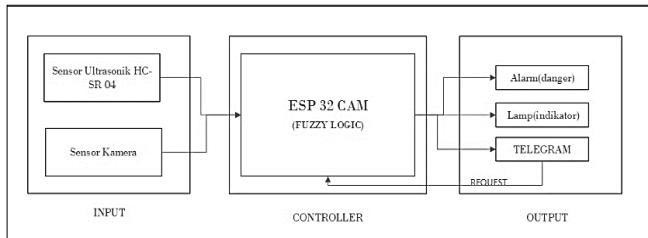


Gambar 1. Alur Penelitian.

Diagram alir penelitian ini diawali dengan langkah Identifikasi Masalah, di mana permasalahan utama dianalisis untuk menentukan fokus penelitian. Selanjutnya, dilakukan Pengumpulan Data melalui tiga metode, yaitu Survey Pustaka untuk mengkaji literatur terkait, Observasi untuk pengamatan langsung, dan Wawancara untuk menggali informasi dari narasumber. Data yang terkumpul kemudian diolah melalui tiga langkah: merepresentasikan sistem

secara visual menggunakan diagram blok sistem, mengolah data menggunakan Fuzzy Logic, dan menghitung efisiensi jaringan berdasarkan *Packet Loss*. Setelah pengolahan data, dilakukan Pengujian Alat RFAD untuk memastikan kinerja alat sesuai dengan desain.

A. Diagram Blok Sistem



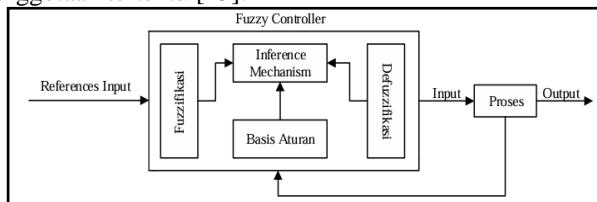
Gambar 2. Diagram Blok Sistem [15]

Diagram blok sistem merupakan gambaran visual dari sebuah sistem yang memanfaatkan blok sebagai simbol untuk merepresentasikan berbagai komponen atau elemen dalam sistem beserta keterkaitannya. Diagram ini diaplikasikan di berbagai bidang, seperti teknik, elektronik, dan sistem kontrol, untuk mendukung pemahaman, evaluasi, serta perancangan sistem yang kompleks.[16].

Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pengontrol utama yang mengelola seluruh aktivitas dalam sistem. Pasokan daya dengan tingkat tegangan berbeda (3,3 VDC, 5 VDC, 12 VDC) dibutuhkan untuk menjaga keandalan sistem serta memastikan operasional yang lancar. Pada sisi antarmuka, Telegram menjadi elemen penting yang menyampaikan pemberitahuan, menampilkan gambar secara langsung, dan menyediakan informasi aktual tentang kondisi lingkungan saat terjadi banjir. Komponen sensor juga memiliki peran krusial. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi jarak dengan tingkat akurasi yang tinggi. Informasi yang dihasilkan dari sensor ini dianalisis oleh mikrokontroler untuk menentukan langkah-langkah yang sesuai dalam pengaturan sistem. Salah satu fitur cerdas dalam sistem ini adalah penerapan algoritma *fuzzy*, yang memungkinkan sistem untuk memproses data yang tidak pasti atau samar, yang umum terjadi di dunia nyata. Dengan logika *fuzzy*, sistem dapat membuat keputusan yang lebih fleksibel dan responsif terhadap perubahan lingkungan serta situasi yang kompleks. Kombinasi dari berbagai komponen ini memastikan perangkat dapat bekerja secara efektif, presisi, dan cepat tanggap [17]. Diharapkan bahwa dengan kehadiran semua komponen ini, alat dapat mencapai tujuan fungsionalitasnya dengan baik.

B. Perencanaan Metode Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan evolusi dari logika Boolean Lotfi Zadeh tahun 1965, yang memperkenalkan konsep derajat ketika memeriksa kondisi, memungkinkan kondisi berada dalam keadaan selain benar atau salah. Lambat, agak cepat, cepat, sangat cepat. Logika *fuzzy* memiliki fungsi serupa dengan penalaran pada otak manusia, yaitu memungkinkan suatu himpunan merepresentasikan dua variabel linguistik secara bersamaan berdasarkan derajat nilai keanggotaannya untuk fungsi keanggotaan tertentu [15].



Gambar 3. Perencanaan Metode Fuzzy [17]

Pada tahap perancangan logika *fuzzy*, fungsi keanggotaan, basis aturan, dan proses defuzzifikasi menjadi elemen utama yang sangat signifikan. Ketiga elemen ini berperan krusial dalam menerapkan algoritma pada ESP32 dan menentukan respons perangkat elektronik dalam operasional sistem. Basis aturan, pada sisi lain, dirancang berdasarkan nilai-nilai atribut data dari variabel linguistik tertentu, sehingga mengatur logika di balik pengambilan keputusan sistem. Proses defuzzifikasi bertugas mengonversi hasil *fuzzy* menjadi nilai konkret yang dapat dimengerti, memungkinkan perangkat elektronik untuk mengambil tindakan yang sesuai berdasarkan situasi yang ada. Dengan demikian, sinergi dari ketiga komponen ini menciptakan dasar yang kuat bagi logika *fuzzy* untuk berfungsi secara optimal dalam implementasi berbasis ESP32 [17].

C. Efisiensi Alat Menggunakan *Packet Loss*

Packet Loss adalah parameter yang merepresentasikan kondisi di mana sejumlah paket data tidak berhasil mencapai tujuan. Salah satu faktor penyebab *Packet Loss* adalah antrean data yang melampaui kapasitas buffer pada setiap node jaringan [18]

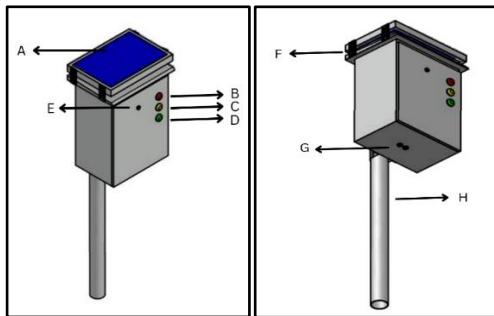
$$= \frac{(\text{data dikirim} - \text{data diterima}) \times 100}{\text{data dikirim}} \quad (1)$$

Tabel 1. TIPHON [18]

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss</i>	Indeks
Sangat baik	0%	4
Baik	>3%	3
sedang	>13%	2
Jelek	>25%	1

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambar Alat

**Gambar 4** Alat RFAD

Keterangan:

- A. Panel Solar Berfungsi untuk mengisi daya Baterai dengan menggunakan kekuatan sinar matahari.
- B. Lampu Indikator Merah dan Buzzer Berfungsi untuk memberikan sinyal darurat jika akan terjadi luapan air di area sekitar alat tersebut serta buzzer akan berbunyi
- C. Lampu Indikator Kuning Menandakan level air dalam level siaga yang artinya akan terjadi luapan air yang mengakibatkan banjir
- D. Lampu Indikator Hijau Berfungsi untuk menunjukkan level air dalam kondisi aman
- E. ESP 32 Cam Berfungsi untuk pemantauan jarak jauh dengan cara mengirim pesan dan gambar real time kondisi area sekitar alat tersebut melalui telegram
- F. Plat Penahan Solar Panel Berfungsi untuk menahan solar panel
- G. Sensor Ultrasonik Berfungsi untuk mengukur level air dari status aman, siaga, hingga darurat
- H. Besi Penyangga Berfungsi untuk menyangga alat tersebut agar dapat mengukur ketinggian air

B. Pengukuran Ketinggian Air

Sensor ultrasonik dapat mengukur ketinggian air dengan akurasi yang cukup baik, meskipun terdapat sedikit fluktuasi pada hasil pengukuran karena adanya gangguan dari lingkungan sekitar (misalnya, angin atau gerakan air). Secara umum, alat ini berhasil memberikan hasil pengukuran yang sesuai dengan level ketinggian air di lapangan.

C. Pengiriman Notifikasi

ESP32 CAM berhasil mengirimkan notifikasi secara real-time melalui jaringan Wi-Fi. Data ketinggian air yang diperoleh dari sensor ultrasonik dapat diakses melalui aplikasi ponsel atau platform cloud yang terhubung. Pengguna menerima notifikasi saat ketinggian air melebihi ambang batas yang telah ditentukan sebelumnya.

D. Sistem Peringatan

Ketika ketinggian air mencapai level kritis, sistem peringatan (buzzer atau LED) aktif. Ini memberikan sinyal visual atau audio kepada masyarakat atau pengelola infrastruktur yang berada di sekitar area tersebut, agar bisa segera melakukan tindakan mitigasi.

E. Keakuratan Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik seperti HC-SR04 cukup efektif dalam mengukur ketinggian air pada kondisi tertentu, namun akurasi pengukuran dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti:

- **Kondisi Permukaan Air:** Permukaan air yang berombak dapat mempengaruhi pantulan gelombang ultrasonik dan mengakibatkan ketidakakuratan dalam pengukuran.
- **Lingkungan Sekitar:** Adanya objek lain yang mengganggu jalur gelombang ultrasonik (misalnya, sampah di dalam air) juga dapat mengurangi akurasi.

F. Koneksi Wi-Fi

Koneksi Wi-Fi pada ESP32 CAM terbukti handal untuk pengiriman data dalam jarak yang cukup jauh. Namun, di daerah dengan jaringan Wi-Fi yang tidak stabil, pengiriman notifikasi mungkin terhambat. Oleh karena itu, perlu

dipertimbangkan penggunaan jaringan yang lebih stabil atau alternatif komunikasi (seperti GSM atau LoRa) untuk memastikan sistem tetap berfungsi dengan baik di berbagai lokasi.

G. Sistem Peringatan

Sistem peringatan berbasis LED atau buzzer terbukti efektif untuk memberikan sinyal langsung kepada masyarakat sekitar. Namun, untuk area yang lebih luas atau terpencil, pengintegrasian dengan aplikasi ponsel atau platform online akan meningkatkan efektivitas deteksi banjir, karena memberikan informasi lebih lanjut mengenai lokasi dan status banjir secara real-time.

H. Penerapan di Lapangan

Alat ini sangat potensial untuk digunakan di daerah-daerah yang rawan banjir. Dengan sistem yang terhubung ke internet, pihak berwenang atau masyarakat dapat memantau kondisi ketinggian air dan merencanakan langkah mitigasi yang lebih tepat. Misalnya, dengan mengetahui area yang terendam air, relawan atau tim penyelamat dapat diarahkan untuk memberikan bantuan lebih cepat.

I. Kelebihan Alat

- **Deteksi Dini dan Peringatan Real-Time:** Sistem ini memberikan informasi yang cepat dan akurat mengenai potensi banjir, memungkinkan tindakan mitigasi dilakukan lebih awal.
- **Integrasi dengan Internet of Things (IoT):** Alat ini terhubung ke jaringan Wi-Fi, yang memungkinkan pengiriman data secara langsung ke aplikasi ponsel atau platform cloud. Hal ini memungkinkan pemantauan ketinggian air di berbagai lokasi tanpa perlu memantau secara manual.
- **Sistem Peringatan yang Efektif:** Dengan adanya sistem peringatan berupa LED atau buzzer, masyarakat yang berada di sekitar lokasi dapat segera diberi tahu tentang risiko banjir, memberikan mereka waktu untuk bertindak.
- **Desain Sederhana dan Biaya Terjangkau:** Menggunakan ESP32 CAM yang terjangkau dan mudah diakses memungkinkan alat ini diproduksi dengan biaya rendah, namun tetap efektif dalam mendeteksi potensi banjir.
- **Fleksibilitas dalam Penggunaan:** Alat ini dapat diadaptasi untuk berbagai kondisi dan area, baik untuk pemantauan di sungai, kanal, maupun wilayah yang rawan genangan.

J. Kekurangan Alat

- **Akurasi Pengukuran yang Terbatas:** Meskipun sensor ultrasonik cukup efektif, akurasi pengukuran dapat terganggu oleh gangguan lingkungan seperti angin, hujan, atau gerakan air, yang dapat mempengaruhi keakuratan data yang diterima.
- **Ketergantungan pada Koneksi Wi-Fi:** Koneksi Wi-Fi yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dapat menjadi kendala di daerah terpencil atau dengan jaringan yang tidak stabil. Hal ini dapat mempengaruhi keandalan alat dalam mengirimkan informasi real-time.
- **Keterbatasan Jangkauan Sensor Ultrasonik:** Sensor ultrasonik memiliki jangkauan terbatas, yang dapat membuatnya kurang efektif dalam area yang sangat luas atau dalam pengukuran kedalaman air yang sangat tinggi.
- **Keterbatasan pada Kondisi Ekstrem:** Alat ini mungkin tidak berfungsi secara optimal dalam kondisi ekstrem seperti banjir dengan aliran air yang sangat deras atau saat terjadi tsunami, karena sensor ultrasonik bisa terganggu atau tidak mampu mengukur ketinggian dengan akurat.
- **Pemeliharaan dan Ketahanan:** Alat ini memerlukan pemeliharaan secara berkala untuk memastikan sensor dan sistem berfungsi dengan baik, terutama dalam kondisi cuaca yang ekstrim, seperti hujan lebat yang bisa mempengaruhi keakuratan sensor dan kinerja sistem.

j. Data Trial Ketinggian Air

Selama uji coba alat pendekripsi banjir, data ketinggian air yang diukur oleh sensor ultrasonik menunjukkan tiga status yang berbeda berdasarkan ambang batas yang ditetapkan:

- **Status Darurat (< 20 cm):** Ketika ketinggian air berada di bawah 20 cm, alat memberikan peringatan status darurat. Ini menandakan adanya potensi banjir yang sangat dekat dan memerlukan perhatian segera.
Contoh data trial:
 - Pengukuran 1: 15 cm
 - Pengukuran 2: 18 cm
 - Pengukuran 3: 12 cm
- **Status Siaga (20 cm – 40 cm):** Ketika ketinggian air berada antara 20 cm hingga 40 cm, sistem memberikan peringatan status siaga. Dalam kondisi ini, meskipun banjir belum terjadi, perlu dilakukan pengawasan intensif karena kemungkinan banjir lebih tinggi.
Contoh data trial:
 - Pengukuran 1: 25 cm
 - Pengukuran 2: 33 cm
 - Pengukuran 3: 40 cm

- **Status Aman (40 cm – 99 cm):** Ketika ketinggian air berada antara 40 cm hingga 99 cm, alat menunjukkan status aman. Ini berarti ketinggian air masih berada pada level yang relatif aman dan tidak menimbulkan risiko banjir segera.

Contoh data trial:

- Pengukuran 1: 45 cm
- Pengukuran 2: 60 cm
- Pengukuran 3: 70 cm

VII. SIMPULAN

Program ini dirancang untuk menciptakan sistem peringatan kebanjiran sederhana yang dapat dikontrol dan dipantau dari jarak jauh menggunakan bot Telegram. Dengan menggunakan indikator LED dan notifikasi otomatis, pengguna dapat secara cepat dan mudah mengetahui kondisi ketinggian air dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan sesuai dengan peringatan yang diberikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas fasilitas dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] N. Adelia, N. Agustin, I. D. Rahmawati, and U. M. Sidoarjo, “Strategi pemerintah desa dalam upaya penanggulangan banjir di desa kedungbanteng,” vol. 2, no. 7, 2024.
- [2] I. Marodiyah, A. S. Cahyana, and I. R. Nurmala, “Risk Mitigation in Sugarcane Planting Using Failure Mode and Effect Analysis Method,” *Int. J. Multidiscip.*, vol. 1, no. 1, pp. 102–107, 2024, doi: 10.61796/ijmi.v1i1.79.
- [3] Y. Septiana, “Design of prototype decision support system for flood detection based on ultrasonic sensor,” *MATEC Web Conf.*, vol. 197, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1051/matecconf/201819703017.
- [4] A. F. Akbar, W. Cahyadi, and W. Muldayani, “Prototype Sistem Peringatan Dini Berbasis IoT (Internet of Things) untuk Mitigasi Bencana Tsunami di Pantai Pancer, Puger, Jember,” *J. Arus Elektro Indones.*, vol. xx, No. xx, no. 1, pp. 11–16, 2023.
- [5] T. Dzulfikar *et al.*, “Hazard Risk Analysis and Cathodic Maintenance Timing With Total Productive Maintenance Approach Analisis Risiko Bahaya dan Penentuan Waktu Perawatan Katodik Dengan Pendekatan Total Productive Maintenance,” vol. 8, no. 1, pp. 60–69, 2024.
- [6] E. P. Tenda, A. V. Lengkong, and K. F. Pinontoan, “Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT dan Twitter,” *CogITO Smart J.*, vol. 7, no. 1, pp. 26–39, 2021, doi: 10.31154/cogito.v7i1.284.26-39.
- [7] Nur Atikah, Tuti Hartati, Agus Bahtiar, Kaslani, and Odi Nurdian, “Sistem Image Capturing Menggunakan ESP32-Cam Untuk Memonitoring Objek Melalui Telegram,” *KOPERTIP J. Ilm. Manaj. Inform. dan Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 49–53, 2022, doi: 10.32485/kopertip.v6i2.141.
- [8] R. D. Pratama, S. Samsugi, and J. P. Sembiring, “Alat Deteksi Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Database,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 45–55, 2022, doi: 10.33365/jtikom.v3i1.1878.
- [9] Rizky Wahyu Pradana, Ganjar Febriyani Pratiwi, and Tri Nur Arifin, “Rancang Bangun Sistem Pemantau Ketinggian Air Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik (Hc-Sr04) Berbasis Arduino Uno Dengan Antarmuka Komputer Berbasis Microsoft Visual Basic 6.0,” *J. Tek. dan Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–24, 2024, doi: 10.56127/jts.v3i1.1212.
- [10] R. Dias Valentin, M. Ayu Desmita, and A. Alawiyah, “Implementasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir,” *Jimel*, vol. 2, no. 2, pp. 2723–598, 2021.
- [11] B. Sugandi and J. Armentaria, “Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Logika Fuzzy,” *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 5–8, 2021, doi: 10.30871/jaee.v5i1.2991.
- [12] A. F. Waluyo and T. R. Putra, “Peringatan Dini Banjir Berbasis Internet Of Things (IOT) dan Telegram,” *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, pp. 142–150, 2024, doi: 10.29408/jit.v7i1.24109.
- [13] E. Febriansyah and E. Nirmala, “Perancangan Sistem Informasi Jual Beli Properti Menggunakan Chat Bot Telegram Yang Terintegrasi Dengan Web Menggunakan Metode Prototype,” *JORAPI J. Res. Publ. Innov.*, vol. 1, no. 2, pp. 279–284, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.portalpublikasi.id/index.php/JORAPI/index>

- [14] F. Saputra, "Prototype Sistem Monitoring Ketinggian Air Menggunakan Telegram," *J. ICTEE*, vol. 4, no. 2, p. 1, 2023, doi: 10.33365/jictee.v4i2.3161.
- [15] W. A. Wicaksono and L. M. Silalahi, "Rancang Bangun Alat Pendekripsi Banjir Menggunakan Arduino Dengan Metode Fuzzy Logic," *J. Teknol. Elektro*, vol. 11, no. 2, p. 93, 2020, doi: 10.22441/jte.2020.v11i2.005.
- [16] M. Syahdi Nasution, Muhammad Amin, and Wirda Fitriani, "Smart Sistem IoT Pemberi Pakan Ikan Dengan Menggunakan Metode Time Schedulling Berbasis Mikrokontroller," *J. Zetroem*, vol. 5, no. 2, pp. 161–164, 2023, doi: 10.36526/ztr.v5i2.3082.
- [17] M. F. Firmansyah and R. P. Astutik, "Prototipe Sistem Peringatan dan Kontrol Jaring Otomatis Dengan Metode Fuzzy Untuk Mitigasi Risiko Lepasnya Ikan Saat Banjir di Tambak Berbasis IoT," *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 6, no. 1, p. 37, 2024, doi: 10.30595/jrre.v6i1.21783.
- [18] Satria Turangga, Martanto, and Yudhistira Arie Wijaya, "Analisis Internet Menggunakan Parameter Quality of Service Pada Alfamart Tuparev 70," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 1, pp. 392–398, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i1.4693.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.