

Leakage Warning System and Monitoring Lapindo Sidoarjo Mud Embankment Based on Internet of Thing

Sistem Peringatan Kebocoran Tanggul dan Monitoring Lumpur Lapindo Sidoarjo Berbasis Internet of Things

Shon Haji¹⁾, Akhmad Ahfas^{*2)}

^{1),2)} Program Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

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

Abstract. *Sidoarjo residents are still worried about the impact and recurrence of the incident 17 years ago, such as embankment leaks, embankment collapses, or overflowing water mixed with mud that occurs when there is high rainfall makes people who still live around the embankment anxious. The unavailability of monitoring information to the public and the unclear mitigation system make it essential to have an information system that is easily accessible to the public. By utilizing the advancement of Internet of Things technology, this system uses Telegram Bot as a user interface, integrating ESP32-Cam as a microcontroller with SW-420 vibration sensor and MPU-6050 accelerometer sensor in a prototype tool. The result of testing this prototype tool is that the Telegram user will receive a notification if the condition of the prototype field is experiencing vibrations or changes in position. Other than that, the Telegram user can also request real-time information, such as temperature, the axis position of the prototype as an initial benchmark, and the current photo to know the condition of the Lapindo Sidoarjo mud embankment. That way, it is hoped that this prototype system will become a monitoring and mitigation solution for the local people, especially for the general public who reach this Telegram Bot room chat.*

Keywords - *Embankment Mud; ESP32-Cam; Mitigation System; MPU-6050 Sensor; SW-420 Sensor; Telegram Bot.*

Abstrak. *Warga Sidoarjo masih merasakan kekhawatiran akan dampak dan terulangnya kejadian 17 tahun silam, seperti kebocoran tanggul, jebolnya tanggul, atau luapan air bercampur lumpur yang terjadi saat curah hujan tinggi membuat masyarakat yang masih tinggal di sekitar tanggul menjadi cemas. Tidak tersedianya informasi pemantauan untuk masyarakat dan sistem mitigasi yang belum jelas membuat perlu adanya sistem informasi yang mudah diakses oleh masyarakat. Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi Internet of Things, sistem ini menggunakan Telegram Bot sebagai user interface, mengintegrasikan ESP32-Cam sebagai mikrokontroler dengan sensor getaran SW-420 dan sensor akselerometer MPU-6050 pada sebuah alat purwarupa. Hasil dari pengujian purwarupa ini adalah pengguna telegram akan mendapatkan notifikasi jika kondisi bidang purwarupa mengalami getaran atau perubahan posisi. Selain itu, pengguna telegram juga dapat meminta informasi secara real time, seperti temperatur, posisi sumbu purwarupa sebagai patokan awal, dan foto terkini untuk mengetahui kondisi tanggul lumpur Lapindo Sidoarjo. Dengan begitu diharapkan sistem purwarupa ini menjadi solusi pemantauan dan mitigasi bagi masyarakat sekitar lebih-lebih kepada masyarakat luas yang menjangkau ruang pesan bot telegram ini*

Kata Kunci - *Bot Telegram; ESP32-Cam; Sensor MPU-6050; Sensor SW-420; Sistem Mitigasi; Tanggul Lumpur.*

I. PENDAHULUAN

Semburan lumpur Lapindo Sidoarjo memiliki sejarah panjang sejak 29 Mei 2006. Pusat semburan lumpur berada di Desa Siring, Porong, Sidoarjo, dan hingga saat ini belum menunjukkan tanda-tanda kapan akan berhenti. Salah satu upaya penanganan yang dilakukan adalah pembangunan dan penguatan infrastruktur tanggul penahan lumpur. Data terakhir yang dikutip dari buku elektronik PPLS (2020), panjang tanggul lumpur mencapai 22.088 meter dengan panjang bronjong mencapai 12.312 meter [1]. Beberapa tantangan harus dihadapi dalam penanganan Lumpur Lapindo Sidoarjo, salah satunya adalah dampak dari infrastruktur tanggul dengan elevasi 9-12 meter di atas permukaan laut yang dibangun di atas pondasi tanah lunak dan kondisi yang kurang stabil, sehingga menyebabkan perlunya pengecekan atau pemantauan secara berkala terhadap bangunan tanggul sembari melakukan penguatan secara terus menerus terhadap infrastruktur tersebut. Kekhawatiran akan dampak dan terulangnya semburan lumpur panas masih dirasakan oleh warga Sidoarjo, terutama yang masih tinggal di sekitar tanggul. Meskipun radius aman untuk tinggal telah ditetapkan, dan area lumpur terus dipantau oleh sebuah lembaga bernama Pusat Pengendalian Lumpur Sidoarjo (PPLS), namun hal itu belum mampu menghilangkan kekhawatiran warga terkait keamanan tanggul akibat dampak nyata yang sering kali masih dirasakan oleh masyarakat sekitar. Seperti jebolnya tanggul penahan lumpur yang terjadi di beberapa titik, serta meluapnya air saat curah hujan tinggi, yang menimbulkan kekhawatiran warga apabila air yang bercampur lumpur panas tersebut masuk ke pemukiman dan dapat menimbulkan korban jiwa [2].

Di era dengan teknologi yang berkembang pesat seperti saat ini, manusia mengembangkan teknologi dari sisi vital masalah yang dihadapinya, sehingga teknologi menjadi penting untuk memudahkan segala sektor kegiatan manusia[3]. Saat ini, manusia juga dapat mengakses informasi dengan mudah tanpa batasan ruang dan waktu. Perkembangan smartphone semakin meningkat dalam penggunaan aplikasi dengan dukungan sistem Android, dimana fitur-fitur yang ada di dalamnya dapat dikembangkan sebagai otomatisasi peralatan atau sistem lain yang dapat dioperasikan dari jarak jauh [4]. Internet of Things (IoT) merupakan perluasan konektivitas jaringan dan kemampuan komputasi ke berbagai objek, perangkat, sensor, dan benda-benda yang biasanya tidak dianggap sebagai computer [5]. "Objek pintar" ini membutuhkan sedikit interaksi manusia untuk menghasilkan, bertukar, dan mengonsumsi data. Benda-benda ini sering kali memiliki fitur konektivitas ke pengumpulan data jarak jauh, analisis, dan kemampuan manajemen [6]. Salah satu bentuk Internet of Things yang paling dekat dan mudah diakses oleh pengguna ponsel pintar adalah Telegram Bot, yaitu salah satu fitur dari aplikasi pesan instan Telegram yang memungkinkan pengguna untuk membuat, mengelola, dan memproses pesan serta memberikan respon sesuai dengan keinginan pengguna [7].

Sebagai tinjauan pustaka, penelitian yang dilakukan oleh Shazana Dhiya Ayuni, Jamaaluddin, dan Sy. Syahririni (2021) yang berjudul Sensor Accelerometer MMA7361 sebagai Pendeteksi Getaran pada Tanggul Lumpur Lapindo, penelitian ini menggunakan Arduino Uno Rev3 sebagai mikrokontroler, sensor MMA7361 sebagai pendeteksi kemiringan, ESP8266 sebagai modul Wifi dan aplikasi Blynk sebagai user interface [8]. Penelitian lain yang dijadikan literatur seperti Penggunaan Jaringan Sensor Untuk Memonitoring Keretakan Pada Bangunan Berbasis Internet of Things [9], Sistem Peringatan Dini Kebakaran Hutan Menggunakan Modul Nodemcu Dan Bot Telegram Dengan Konsep Internet of Things (IoT) [10], dan Sistem Deteksi Lokasi Gempa Menggunakan Arduino Mega 2560, Sensor SW-420, GPS Dan Notifikasi SMS [11].

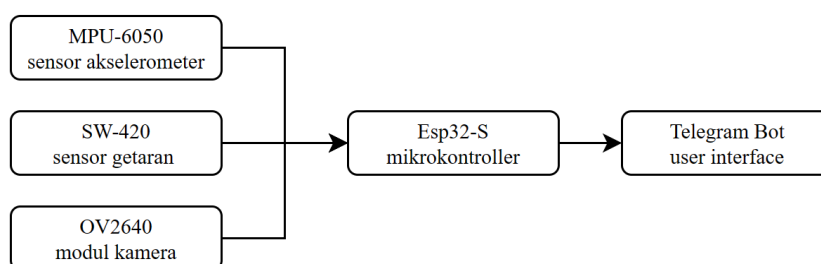
Keterbaruan yang ditawarkan dari penelitian ini adalah penggunaan bot telegram sebagai user interface yang lebih efisien dan lebih mudah digunakan oleh masyarakat umum, serta kombinasi dari sensor accelerometer, sensor vibrasi, dan kamera yang ketiganya dapat memberikan hasil pembacaan secara real time sehingga sistem ini dapat menjawab tujuan dari penelitian ini, yaitu menciptakan sistem monitoring dan mitigasi yang lebih baik dan lebih dekat dengan masyarakat.

II. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perancangan dan pengujian sistem purwarupa. Langkah pertama yang dilakukan adalah mempelajari literatur yang ada, survei lokasi, dan melakukan kalibrasi atau menentukan variabel penyesuaian sensor. Setelah itu dilanjutkan dengan mempersiapkan alat dan bahan untuk merancang sistem, membuat coding program, melakukan interfacing sistem, membuat purwarupa, melakukan pengujian sistem, dan menganalisa hasil pengujian.

2.1. Diagram Blok Komponen

Pada proses perancangan, terdapat klasifikasi komponen pada diagram blok sebagai input, proses, dan output. Pada bagian input, terdapat tiga komponen yaitu sensor akselerometer MPU-6050 untuk mendeteksi jika ada pergerakan tanah pada tanggul, sensor getaran SW-420 untuk mendeteksi getaran, dan modul kamera OV2640 (terpasang pada AI-Thinking ESP32-Cam Board) untuk mengambil foto terkini kondisi tanggul. Pada bagian proses, terdapat ESP32-Cam yang menggunakan chip mikrokontroler Esp32-S sebagai pengendali utama sistem ini. Pada bagian output, terdapat Telegram Bot pada smartphone sebagai user interface yang dapat menerima dan meminta informasi yang diberikan dari hasil pembacaan komponen. Penjelasan mengenai proses perancangan juga dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Blok Komponen

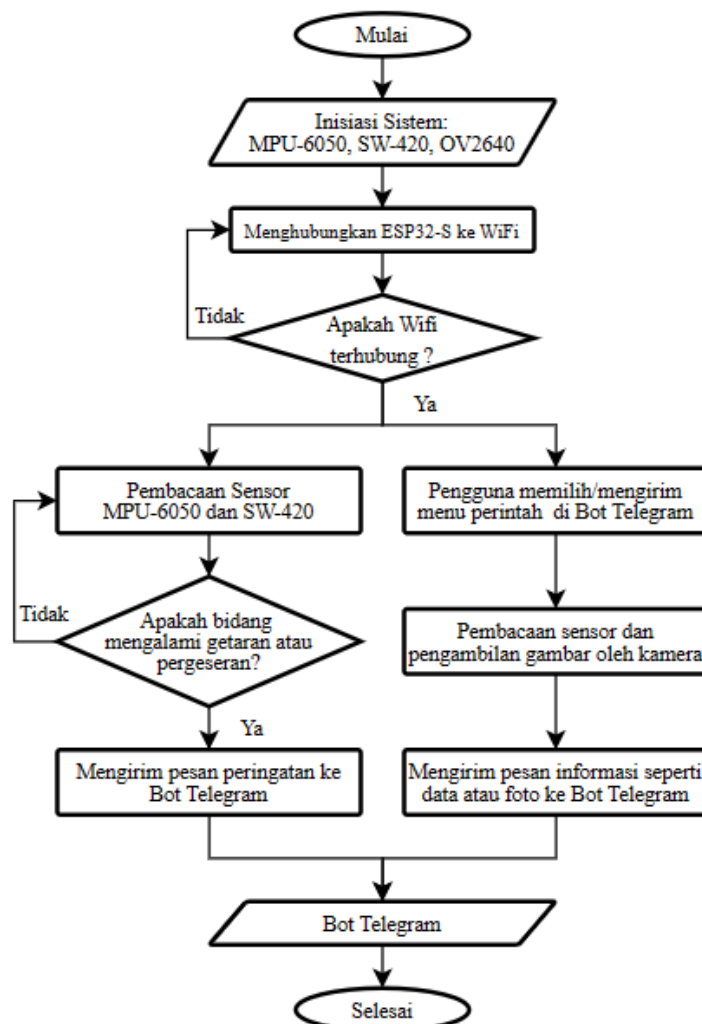
MPU 6050 merupakan jenis sensor dengan 3-axis Accelerometer dan 3-axis Gyroscope dan sudah memiliki Digital Motion Processors [12], sensor ini juga dapat digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada kendaraan bangunan, mesin, dan lain-lain [13]. Sensor SW-420 adalah salah satu transduser seismik, yang merupakan sensor

yang digunakan untuk mengukur kecepatan dan percepatan. Untuk mengukur kecepatan, menggunakan velocity probe dan velomitor probe. Sedangkan untuk mengukur percepatan menggunakan sensor acceleration probe [14]. OV2640 merupakan jenis kamera kecil, yang biasanya digunakan pada proyek-proyek mikrokontroler dan modul ini tertanam pada ESP32-Cam Board [15].

ESP32-S adalah mikrokontroler yang digunakan oleh ESP32-Cam Board, yaitu sebuah papan atau modul elektronik dengan konsep AI-Thingker (kecerdasan buatan), yang berfungsi sebagai alat bantu pemrograman dan dapat terkoneksi dengan Wi-Fi dan sistem Internet of Things [16]. Contoh proyek ESP32-Cam adalah seperti Rancang Bangun Robot Pemotong Rumput Otomatis Menggunakan Wireless Kontroler Modul ESP32-Cam Berbasis Internet of Things (Iot) [17], dan Pengembangan Menara Pemantau Menggunakan Sensor Giroskop Berbasis Mikrokontroler Esp32 [18]. Pada bagian output terdapat bot telegram, yaitu robot yang diprogram dengan berbagai perintah untuk menjalankan instruksi yang diberikan oleh pengguna [19]. Bot ini hanya berupa akun Telegram yang dioperasikan oleh perangkat lunak yang memiliki fitur AI (Artificial Intelligence) [20].

2.2. Diagram Alur Program

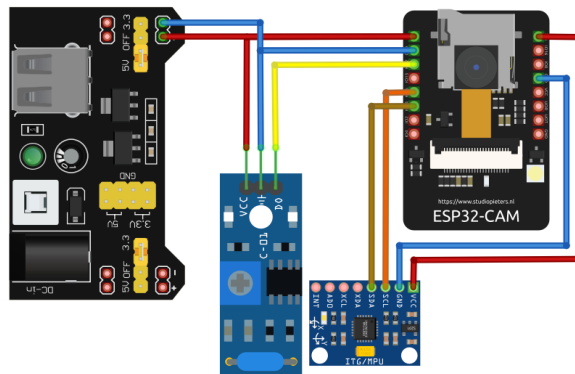
Sebagai gambaran proses sistem, Gambar 2 menunjukkan diagram alur program secara sistematis. Program dimulai ketika seluruh rangkaian terhubung dengan sumber tegangan, kemudian mikrokontroler Esp32-S secara otomatis akan mencoba terkoneksi dengan jaringan WiFi yang ID dan passwordnya telah dituliskan pada kode program. Setelah terhubung ke WiFi program siap bekerja baik secara pasif maupun aktif. Pada alur pertama (secara pasif), program akan menunggu getaran atau pergerakan koordinat bidang untuk mengirimkan pesan pemberitahuan ke Telegram Bot. Alur lainnya (secara aktif) pengguna Telegram dapat meminta informasi pada menu seperti temperatur, posisi sumbu purwarupa sebagai patokan awal, dan foto terkini untuk mengetahui kondisi tanggul lumpur Lapindo Sidoarjo, kemudian sistem akan memproses dan mengirimkan hasilnya (data atau foto) ke Telegram Bot.



Gambar 2. Diagram Alur Sistematis.

2.3. Perakitan Komponen

Dalam proses perakitan komponen, hal yang perlu diperhatikan adalah koneksi antarmuka port input output harus sesuai agar sistem dapat berjalan dengan baik, bukan hanya sesuai berdasarkan fungsi port I/O tapi juga sesuai dengan pengalamatan yang sudah ditulis didalam kode program. Terlihat dari gambar diagram pengkabelan di bawah, ESP-32 Cam yang sudah tertanam mikrokontroller ESP32-S dan modul kamera OV2640 memiliki total 16 pin dengan 9 general-purpose input output (GPIO), pin 5V dan GND terhubung dengan catu daya yang juga terhubung dengan pin VCC dan GND pada sensor SW-420, pin GPIO 12 ke pin D0 sensor SW-420, pin GPIO 15 ke pin SCL dan pin GPIO 14 ke pin SDA sensor MPU-6050, sedangkan pin VCC dan GND sensor MPU-6050 diambil dari pin 3V3 dan GND ESP32-Cam. Lebih jelas lagi akan dituliskan dalam tabel penggunaan port ESP32-Cam.



Gambar 3. Diagram Pengkabelan

Tabel 1. Penggunaan Port ESP32-Cam

No	Port ESP32-Cam	Penggunaan
1.	5V	5V (Power Supply)
2.	GND	GND (Power Supply)
3.	3V3	VCC (MPU-6050)
4.	GND	GND (MPU-6050)
5.	GPIO 12	D0 (SW-420)
6.	GPIO 14	SDA (MPU-6050)
7.	GPIO 15	SCL (MPU-6050)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian pada penelitian ini diperoleh dari lima orang responden dengan jenis kelamin, usia, tingkat pendidikan, dan lokasi responden yang berbeda pada saat pengujian. Hal ini untuk membuktikan bahwa sistem dapat dengan mudah digunakan oleh pengguna di berbagai tempat dan berbagai latar belakang yang berbeda.

Selama proses pengujian, purwarupa diletakkan di tepi titik-18 tanggul Lapindo Sidoarjo selama kurang lebih 2 jam. Setelah peneliti menyalakan sistem (menyalakan sumber tegangan), peneliti menghubungi kelima responden secara bergantian. Para responden diminta untuk mencoba setiap menu yang ada pada Telegram Bot, dan di akhir percobaan, peneliti memberikan simulasi getaran dan pergeseran di lapangan untuk mengetahui respon sistem ketika terjadi hal serupa.













Gambar 4. Purwarupa dan Penempatannya Selama Pengujian

Selama pengujian berlangsung peneliti mencatat hasil data seperti temperatur, posisi sumbu x, y, z, foto yang diambil dari setiap responden, serta waktu yang diperlukan disetiap pengujianya. Hasil dari pengujian ini dicatat dalam dua tabel, tabel 2 berisikan catatan waktu respond dari sistem, dan tabel 3. berisikan data yang didapat dari sistem.

Tabel 2. Pengujian Waktu Respon Sistem

Responden	Meminta Menu Pertama Kali	Meminta Informasi Kondisi Tanggul	Meminta Foto	Meminta Foto dengan Flash	Meminta Test Flash	Mendapat pesan setelah dilakukan rekayasa getaran	Mendapat pesan setelah dilakukan rekayasa pergeseran
Responden 1 Shon, 23 tahun, College Student, 0 km distance with prototype	5 detik	2 detik	10 detik	13 detik	3 detik	6 detik	6 detik
Responden 2 Aditya, 22 tahun, Employee, 20 km distance with prototype	1 detik	3 detik	12 detik	10 detik	5 detik	6 detik	3 detik
Responden 3 Elsa, 17 tahun, High School Student, 7 km distance with prototype	3 detik	3 detik	10 detik	8 detik	4 detik	7 detik	6 detik
Responden 4 Rachmad, 23 tahun, Freelancers, 14 km distance with prototype	1 detik	2 detik	12 detik	11 detik	6 detik	7 detik	7 detik
Responden 5 Cindy, 22 tahun, Freshgraduate, 12 km distance with prototype	4 detik	1 detik	11 detik	8 detik	1 detik	6 detik	6 detik

Tabel 3. Data yang dikirim oleh Sistem

Respondent	foto	photo dengan flash	Pembacaan SW-420	Uji coba Flash	Pembacaan MPU-6050	:Perubahan posisi sumbu setela ujicoba
Responden 1			On (1)	On (1)	Temp: 30.32 X-axis: -0.80 Y-axis: -0.36 Z-axis: 9.17	X-axis: -0.76 Y-axis: -0.12 Z-axis: 9.18
Responden 2			On (1)	On (1)	Temp: 31.31 X-axis: -0.79 Y-axis: -0.25 Z-axis: 9.17	X-axis: -1.32 Y-axis: 0.25 Z-axis: 9.21
Responden 3			On (1)	On (1)	Temp: 32.11 X-axis: -1.04 Y-axis: -0.16 Z-axis: 9.18	X-axis: -1.00 Y-axis: -0.60 Z-axis: 9.27
Responden 4			On (1)	On (1)	Temp: 31.92 X-axis: -0.61 Y-axis: -0.02 Z-axis: 9.21	X-axis: -1.23 Y-axis: 0.54 Z-axis: 8.97
Responden 5			On (1)	On (1)	Temp: 31.02 X-axis: -0.73 Y-axis: 0.24 Z-axis: 9.19	X-axis: -0.34 Y-axis: 1.47 Z-axis: 8.43

Dari tabel hasil pengujian di atas, dapat dianalisa bahwa jarak responden tidak mempengaruhi waktu respon sistem, rata-rata dari setiap pengujian adalah sebagai berikut: Meminta menu pertama kali 2.8 detik, meminta informasi kondisi tanggul 2.2 detik, meminta foto 11 detik, meminta foto dengan flash 10 detik, meminta test flash 3.8 detik, Mendapat pesan setelah dilakukan rekayasa getaran 6.4 detik, dan Mendapat pesan setelah dilakukan rekayasa pergeseran 5.6 detik. Disamping itu, tabel 3 juga menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik, dapat menangkap foto setiap kali diminta, dan dapat memberikan respon saat terjadi getaran atau pergeseran bidang.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan pengujian dan analisis hasil di atas, dapat disimpulkan bahwa purwarupa Sistem Peringatan Kebocoran Tanggul dan Monitoring Lumpur Lapindo Sidoarjo dapat berjalan dengan baik dengan indikasi setiap komponen dapat melakukan pembacaan dan dapat mengirimkan respon kembali ke bot telegram, jarak juga tidak mempengaruhi waktu respon sistem sehingga jika diimplementasikan, proses monitoring dapat dilakukan dimanapun dan kapanpun serta masyarakat dapat melakukan tindakan mitigasi jika sistem menunjukkan variabel yang dapat membahayakan tanggul.

REFERENSI

- [1] Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, "PUSAT PENGENDALIAN LUMPUR SIDOARJO," Surabaya, 2020.
- [2] S. D. Ayuni, Jamaaluddin, and S. Syahririni, "Disaster Mitigation Strategy of Lapindo Empire in Gempolsari Village," *J. Teknol. dan Terap. Bisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 8–11, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.aksi.ac.id/index.php/jttb/article/view/95/58>
- [3] A. Ahfas, M. B. Ulum, D. H. R. Saputra, and S. Syahririni, "Automatic Spray Desinfectant Chicken with Android Based on Arduino Uno," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 519, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/519/1/012013.
- [4] D. Hadidjaja, A. Wisaksono, A. Ahfas, S. Syahririni, and D. H. Untariningsih, "Bluetooth implementation on automation of Android-based gate doors," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1098, no. 4, p. 042061, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1098/4/042061.
- [5] F. Susanto, N. K. Prasiani, and P. Darmawan, "Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari," *J. Imagine*, vol. 2, no. 1, pp. 35–40, 2022, doi: 10.35886/imagine.v2i1.329.
- [6] K. Rose, S. Eldridge, and L. Chapin, "The Internet of Things (IoT): An Overview," *Int. J. Eng. Res. Appl.*, vol. 5, no. 12, pp. 71–82, 2015, [Online]. Available: <https://crsreports.congress.gov>
- [7] Z. Arifin, "Meningkatkan Efektivitas Penanganan Gangguan Jaringan Internet Menggunakan Bot Telegram Dalam Mendukung Reliabilitas Komunikasi Data," *J. Algoritma*, vol. 20, no. 1, pp. 148–155, 2023, doi: 10.33364/algoritma/v.20-1.1276.
- [8] S. D. Ayuni, Jamaaluddin, and S. Syahririni, "MMA7361 ACCELEROMETER SENSOR AS VIBRATION DETECTION ON LAPINDO," *J. Teknol. dan Terap. Bisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 31–36, 2021.
- [9] M. ASRI, S. HAISAH, and S. A. HULUKATI, "Penggunaan Jaringan Sensor Untuk Memonitoring Keretakan Pada Bangunan Berbasis Internet of Things," *J. INSTEK (Informatika Sains dan Teknol.)*, vol. 6, no. 1, p. 110, 2021, doi: 10.24252/instek.v6i1.18643.
- [10] M. Jamil, H. Saefudin, and S. Marasabessy, "Sistem Peringatan Dini Kebakaran Hutan Menggunakan Modul Nodemcu Dan Bot Telegram Dengan Konsep Internet of Things (Iot)," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2019, doi: 10.30865/komik.v3i1.1558.
- [11] A. Kurniawan, A. Narendro, R. A. Firdaus, and T. Wisjhnuadji, "Sistem Deteksi Lokasi Gempa Menggunakan Arduino Mega 2560, Sensor SW-420, GPS Dan Notifikasi SMS," *J. BIT (Budi Luhur Inf. Teknol.)*, vol. 17, no. 1, pp. 62–68, 2020, [Online]. Available: <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit/article/view/1016>
- [12] B. Firman, "Implementasi Sensor IMU MPU6050 Berbasis Serial I2C Pada Self-Balancing Robot Vol. 9 No. 1 Agustus 2016 ISSN : 1979-8415," *Jurnal Teknol. Technoscintia*, vol. 9, no. 1, pp. 18–24, 2016.
- [13] S. Ruswanto, E. S. Ningrum, and I. Ramli, "Pengaturan Gerak Dan Keseimbangan Robot Line Tracer Dua Roda Menggunakan PID Controller," in *The 13th Industrial Electronics Seminar 2011 (IES2011)*, 2011, vol. 2011, no. Ies, pp. 978–979.
- [14] H. T. Permana, N. Soeharto, and A. W. Purwandi, "Sistem Pendeteksidan Monitoring Ruang Tahanan Menggunakan Sensor Getaran SW-420 Dengan Komunikasi LAN," *J. JARTEL*, vol. 9, no. 4, pp. 452–457, 2019.
- [15] G. Swetha, "SP32 CAMERA," in *INTELLIGENT SURVEILLANCE AND ROBOTIC SYSTEMS*, no. 3, 2023, pp. 7–11.

- [16] W. Yulita and A. Afriansyah, "Alat Pemantau Keamanan Rumah Berbasis Esp32-Cam," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 3, no. 2, pp. 2–10, 2022, doi: 10.33365/jtst.v3i2.2197.
- [17] A. Isrofi, S. N. Utama, and O. V. Putra, "RANCANG BANGUN ROBOT PEMOTONG RUMPUT OTOMATIS MENGGUNAKAN WIRELESS KONTROLER MODUL ESP32-CAM BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)," *J. Teknoinfo*, vol. 15, no. 1, p. 45, 2021, doi: 10.33365/jti.v15i1.675.
- [18] A. Imran, M. Yantahin, A. M. Mappalotteng, and M. Arham, "Development of Monitoring Tower Using Gyroscope Sensor Based on Esp32 Microcontroller," *J. Appl. Eng. Technol. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 405–414, 2022, doi: 10.37385/jaets.v4i1.1327.
- [19] A. D. Mulyanto *et al.*, "Pemanfaatan Bot Telegram Untuk Media Informasi Penelitian," *J. Ilm. Komputasi*, vol. 19, no. 1, p. 49, 2020, doi: 10.32409/jikstik.19.4.336.
- [20] A. Sanaris and I. Suharjo, "Prototype Automatic Drying Tool Using NodeMCU ESP32 and Telegram Bot Based on Internet of Things (IOT)," *J. Prodi Sist. Inf.*, no. 84, pp. 17–24, 2020.

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.