

## RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI GEMPA BERBASIS IOT MENGGUNAKAN NOTIFIKASI TELEGRAM

Rini Pratiwi<sup>1</sup>, Lalu Delsi Samsumar<sup>2</sup>, Zaenudin<sup>3</sup>, Ardiyallah Akbar<sup>4</sup>, Emi Suryadi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Universitas Teknologi Mataram, Indonesia

<sup>1</sup> [rini23599@gmail.com](mailto:rini23599@gmail.com), <sup>2</sup> [samsumarld@utmmataram.ac.id](mailto:samsumarld@utmmataram.ac.id)

<sup>3</sup> [zen3d.itb@gmail.com](mailto:zen3d.itb@gmail.com), <sup>4</sup> [akbarbobond@gmail.com](mailto:akbarbobond@gmail.com)

<sup>5</sup> [emisuryadi@gmail.com](mailto:emisuryadi@gmail.com)

Received: 05-09-2024

Revised: 11-09-2024

Approved: 24-09-2024

### ABSTRAK

*Gempa bumi merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia karena letak geografisnya yang berada di daerah pertemuan lempeng tektonik. Tujuan penelitian Untuk mengasalkan prototype sistem informasi pendeteksi gempa berbasis Internet of things menggunakan notifikasi telegram. Pada penelitian ini, pendekatan yang di gunakan adalah metode prototype. metode ini melibatkan pembuatan model atau prototype sederhana yang menggambarkan fitur dan fungsi utama dari sistem yang sedang dikembangkan. Metodologi pembuatan prototype adalah pendekatan dalam pengembangan sistem yang bertujuan untuk menciptakan sebuah sistem yang dapat digunakan untuk menguji dan menyempurnakan sistem yang di dihasilkan. Hasil dari penelitian ini adalah sistem pendeteksi gempa berbasis IoT menggunakan sensor SW420 dan Buzzer berserta LED digunakan sebagai tanda peringatan bahaya terjadinya gempa dengan notifikasi telegram adalah sebuah alat yang di rancang untuk dapat mendeteksi adanya guncangan atau getaran yang di sebabkan oleh gempa bumi. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu ESP32 yang berfungsi untuk mengolah data output dari sensor yang digunakan.*

**Kata Kunci:** *Gempa, Internet of Things, NodeMCU, Telegram*

### PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi terus melaju dengan cepat, salah satunya adalah penerapan Internet of Things (IoT) dalam pendeteksian gempa bumi. IoT adalah konsep yang memanfaatkan jaringan internet untuk menghubungkan berbagai perangkat dengan mesin. Teknologi ini memungkinkan perangkat beroperasi secara otomatis, mengumpulkan data secara waktu nyata, serta merespons informasi secara mandiri tanpa perlu campur tangan manusia [1][2][3]. Gempa bumi merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia karena letak geografisnya yang berada di daerah pertemuan lempeng tektonik[4]. Perkembangan teknologi dalam bidang deteksi dan mitigasi gempa bumi telah mengalami kemajuan pesat dalam beberapa dekade terakhir. Dengan bantuan sensor seismik canggih, jaringan pemantauan global, dan analisis data berbasis kecerdasan buatan, kita kini mampu mendeteksi gempa lebih cepat dan akurat (Rajagukguk, 2022).

Teknologi peringatan dini, yang memanfaatkan gelombang seismik, memungkinkan masyarakat mendapat peringatan beberapa detik hingga menit sebelum gempa besar terjadi, memberi waktu berharga untuk menyelamatkan diri. Selain itu, inovasi dalam konstruksi tahan gempa dan pengembangan aplikasi untuk pelaporan

gempa membantu memperkuat kesiapsiagaan bencana di berbagai wilayah (Sopiyani & Setiawan, 2023).

Penelitian "Rancang Bangun Prototype Sistem Pendeteksi Gempa Berbasis IoT Menggunakan Notifikasi Telegram" menawarkan solusi inovatif dalam deteksi gempa dengan memanfaatkan sensor seismik yang terhubung melalui IoT untuk pemantauan real-time. Sistem ini secara otomatis mengirimkan notifikasi peringatan dini melalui Telegram, memungkinkan pengguna segera mengambil tindakan preventif. Dengan integrasi teknologi IoT dan penggunaan platform yang mudah diakses, sistem ini meningkatkan kesiapsiagaan dan keamanan masyarakat terhadap gempa, serta dapat dikembangkan untuk cakupan yang lebih luas (Wikantama et al., 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh [8] Judul penelitian ini adalah Perancangan sistem informasi pendeteksi Gempa berbasis Internet of things di universitas Tarumanaga. Pada penelitian ini menggunakan sejumlah perangkat, termasuk mikrokontroler Arduino Uno R3 untuk memproses data dari sensor, sensor getar SW-420 untuk mengukur intensitas getaran, selanjutnya menggunakan sensor Accelerometer adxl335 untuk memantau posisi dan gerakan dalam tiga dimensi. Selain itu, sistem ini menggunakan database MySQL dan Firebase sebagai penyimpan data untuk sistem informasi yang dikembangkan.

Penelitian yang dilakukan oleh [9] dengan judul Rancang bangun pendeteksi getaran gempa berbasis mikrokontroler IOT Arduino. Pada penelitian ini menggunakan sensor SW-420 untuk mendeteksi getaran di sekitar perangkat kemudian mengirimkan data ke aplikasi Blynk melalui NodeMCU ESP8622 untuk terhubung ke internet.

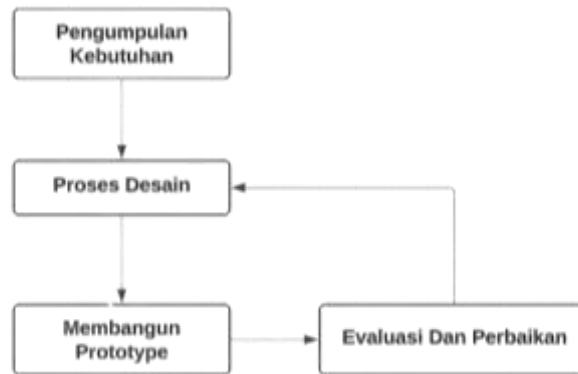
Penelitian yang dilakukan oleh [10] dengan judul Pembuatan simulasi pendeteksi getaran sebagai peringatan dini terjadinya gempa bumi. Hasil penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah perangkat yang dapat memberikan pemberitahuan awal kepada manusia saat terjadi gempa bumi menggunakan sensor piezoelektrik.

Penelitian yang dilakukan oleh [11] dengan judul Portable Early Warning System untuk Gempa bumi. Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan alat peringatan dini gempa bumi yang portabel menggunakan sensor akselerometer dan mikrokontroler Arduino. Alat ini mampu merekam gelombang permukaan dan memberikan peringatan melalui alarm serta tampilan pada LCD saat terdeteksi getaran yang menunjukkan adanya gempa.

Penelitian yang dilakukan oleh [12] dengan judul PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI GEMPA BUMI DAN PERINGATAN DINI BERBASIS INTERNET OF THINGS. Penelitian ini berhasil mengembangkan Sistem alat ini digunakan untuk mendeteksi gempa secara jarak jauh dengan memanfaatkan teknologi IoT dengan 3 kondisi Siaga, Waspada dan Darurat. Dalam pengujian getaran gempa vertikal dan getaran horizontal kita mendapatkan hasil getaran gempa dengan nilai Tegangan = 0,039, Nilai Adc = 8, Skala 2MMI, Status Siaga. Nilai Tegangan = 0,156, nilai Adc = 32, Skala 8MMI, Status Waspada. nilai Tegangan = 0,195, nilai Adc = 40, Skala 10MMI, Status Darurat.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan dan berfokus pada pembuatan sistem keamanan pintu rumah. Metode prototyping digunakan sebagai pendekatan pengembangan sistem, di mana model digunakan untuk mendeskripsikan sistem sehingga pelanggan dan pemilik sistem dapat memahami cara sistem yang akan dibuat oleh pengembang (Wicasana & Djitalov, 2023).



Gambar 1 Alur Metode Penelitian

Penelitian jenis prototype bertujuan untuk menghasilkan model atau contoh awal yang representatif dari sistem yang akan dikembangkan. Dalam konteks pengembangan prototipe pendeteksi gempa berbasis IoT, pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menguji konsep dan fungsi sistem secara efektif sebelum implementasi skala penuh:

### Identifikasi Kebutuhan (Pengumpulan Data)

Langkah pertama adalah melakukan observasi terhadap lingkungan yang relevan. Dengan mengamati penggunaan sistem pendeteksi gempa yang ada dan interaksi pengguna, peneliti dapat memahami tantangan yang dihadapi serta kebutuhan spesifik yang harus dipenuhi oleh prototipe yang akan dikembangkan.

### Desain Prototype (Proses Desain)

Dengan mempertimbangkan hasil identifikasi kebutuhan, prototipe sistem pendeteksi gempa dirancang untuk menggambarkan bagaimana interaksi antara sensor SW420, NodeMCU ESP32, dan komponen lainnya akan terjadi, serta bagaimana pengguna akan berinteraksi dengan sistem ini.

### Pengembangan Prototype (Membangun Prototype)

Pada tahap ini, fokus utamanya adalah pengembangan model yang dapat menampilkan fitur-fitur utama atau alur kerja dasar dari sistem pendeteksi gempa yang direncanakan.

### Evaluasi Dan Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa semua fitur sistem pendeteksi gempa berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Evaluasi dilakukan untuk menilai kinerja, keandalan, serta keamanan sistem sebelum mempertimbangkan perbaikan atau pengembangan lebih lanjut.

### Perbaikan

Perbaikan dilakukan berdasarkan hasil evaluasi independen. Proses ini diulang hingga prototipe mencapai tingkat yang memadai sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini.

Dengan pendekatan ini, penelitian prototipe memungkinkan peneliti untuk menguji konsep baru, mengidentifikasi masalah potensial, dan menghasilkan solusi inovatif dalam pengembangan sistem pendeteksi gempa yang lebih baik dan terintegrasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Kebutuhan (Pengumpulan Data)

Langkah pertama adalah melakukan observasi terhadap lingkungan yang relevan. Dengan mengamati penggunaan sistem pendeteksi gempa yang ada dan interaksi pengguna, peneliti dapat memahami tantangan yang dihadapi serta kebutuhan spesifik yang harus dipenuhi oleh prototipe yang akan dikembangkan.

1. Esp 32

ESP32 adalah mikrokontroler berbasis Wi-Fi dan Bluetooth yang kuat dan serbaguna, sering digunakan dalam proyek Internet of Things (IoT). Dikembangkan oleh Espressif Systems, ESP32 memiliki kemampuan dual-core, dilengkapi dengan berbagai GPIO, ADC, DAC, sensor sentuh, dan modul komunikasi nirkabel (Muliadi et al., 2020).

2. Kabel Jumper

Kabel jumper adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menghubungkan dua titik pada papan sirkuit atau breadboard tanpa perlu soldering. Biasanya, kabel jumper memiliki konektor di kedua ujungnya, yang memungkinkan untuk menghubungkan berbagai komponen elektronik dengan cepat dan mudah (Akbar et al., 2022).

3. Sensor SW-420

Sensor SW-420 adalah sensor getaran yang digunakan untuk mendeteksi getaran atau guncangan pada permukaan. Sensor ini memberikan sinyal digital ketika getaran melebihi ambang batas tertentu, dan sering digunakan dalam aplikasi seperti sistem keamanan dan deteksi gempa. Sensor ini biasanya dioperasikan dengan tegangan 3.3V hingga 5V dan terhubung ke mikrokontroler seperti ESP32 atau Arduino untuk memantau dan merespons getaran (Pakpahan et al., 2020).

4. Kabel jumper

Kabel jumper adalah kabel listrik yang dilengkapi dengan pin konektor di kedua ujungnya (Akbar et al., 2022).

5. Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronika yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi getaran atau suara (Manurung et al., 2021).

6. Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik dalam suatu rangkaian elektronika (Guglielmi et al., 2020).

7. LED

Light Emitting Diode (LED) adalah komponen elektronika yang dapat menghasilkan cahaya saat dialiri arus listrik (Martín-Sómer et al., 2023).

8. Breadboard

Breadboard adalah fondasi konstruksi untuk pembuatan sirkuit elektronik dan berfungsi sebagai model awal dari sebuah rangkaian elektronik (Nadziroh et al., 2021).

9. Telegram

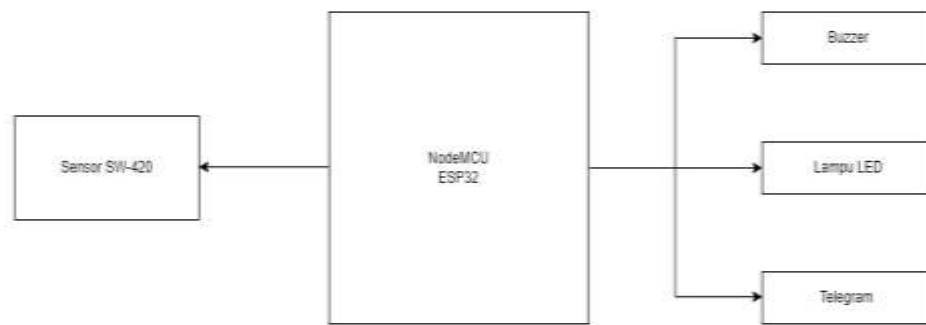
Telegram adalah aplikasi berbagi pesan yang berbasis cloud. Keamanan dan fokus menjadi fokus utamanya. Didesain untuk mandiocca sarana yang nyaman bagi pengguna dalam bertukar pesan teks, audio, video, gambar, dan stiker (Wikantama & Puspitasari, 2023).

**Desain Prototype (Proses Desain)**

Dengan mempertimbangkan hasil identifikasi kebutuhan, prototipe sistem pendeteksi gempa dirancang untuk menggambarkan bagaimana interaksi antara sensor SW420, NodeMCU ESP32, dan komponen lainnya akan terjadi, serta bagaimana pengguna akan berinteraksi dengan sistem ini.

1. Diagram blok sistem perangkat keras

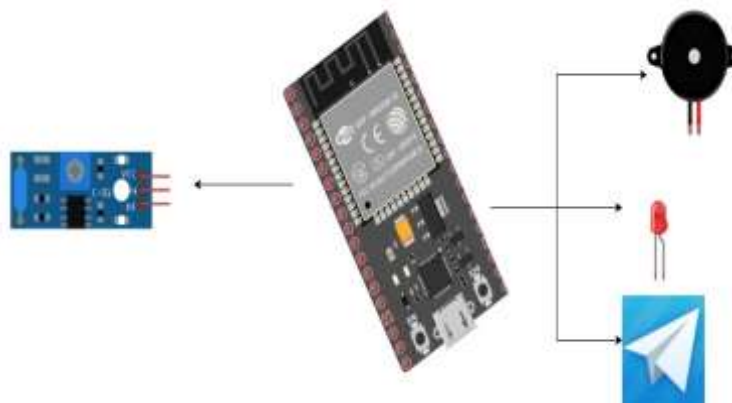
untuk rangkaian diagram blok sistemnya dan pada gambar 1 rangkaian perangkat keras nyata yang akan dibangun sebagai berikut :



Gambar 1 diagram blok sistem

2. Diagram perancangan komponen perangkat keras

Dalam perancangan perangkat keras sistem pendeteksi gempa berbasis IoT dengan menggunakan sensor getaran, ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengolah data dari sensor getaran dan mengendalikan sistem. Rangkaian lengkapnya ditunjukkan pada gambar 2 berikut:



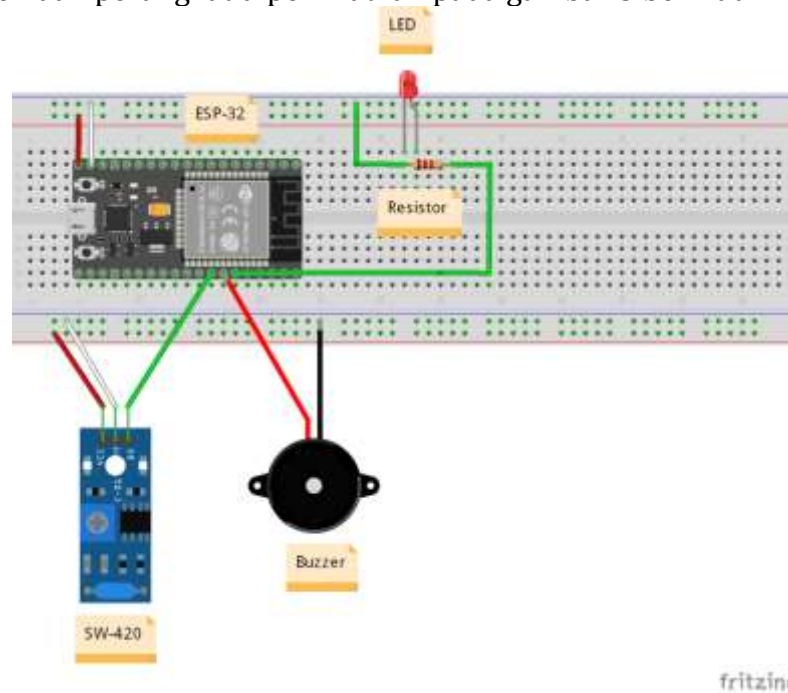
Gambar 2 diagram perancangan komponen perangkat keras

### Pengembangan Prototype (Membangun Prototype)

Pada tahap ini, fokus utamanya adalah pengembangan model yang dapat menampilkan fitur-fitur utama atau alur kerja dasar dari sistem pendeteksi gempa yang direncanakan.

#### 1. Skema perancangan perangkat

Pada skema perancangan perangkat keras di buat cara menyambungkan antar komponen dan perangkat diperlihatkan pada gambar 3 berikut:



Gambar 3 skema pengkabelan komponen

#### 2. Hasil pengembangan perangkat keras

Hasil perancangan perangkat keras yang telah dirakit dengan rapi dalam sebuah prototipe ditunjukkan pada gambar 4 berikut :



Gambar 4 prototype pendeteksi gempa

### Evaluasi Dan Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa semua fitur berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Evaluasi dilakukan untuk

menilai performa,kehandalan, serta keamanan sistem sebelum mempertimbangkan perbaikan atau pengembangan lebih lanjut.

1. Pengujian Sensor SW-420

Pada tahap pengujian perangkat ini dilakukan seperti yang terlihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Pengujian Sensor SW-420

Pada uji coba sensor SW420 yang digunakan sebagai pendeteksi gempa berbasis IoT, hasilnya menunjukkan keberhasilan dalam mendeteksi getaran seismik dengan akurat. Sensor ini mampu mengidentifikasi adanya getaran yang diindikasikan sebagai gempa dan mengirimkan data tersebut ke sistem pemantauan secara real-time melalui jaringan IoT.

2. Pengujian Buzzer

Pada tahap pengujian perangkat ini seperti diperlihatkan pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6 Pengujian Buzzer

Pada uji coba sistem pendeteksi gempa berbasis IoT yang dilengkapi dengan buzzer, hasilnya menunjukkan bahwa buzzer berfungsi dengan baik dalam memberikan peringatan suara saat terdeteksi getaran seismik. Ketika sensor mendeteksi adanya gempa, data tersebut dikirim ke platform IoT, yang

kemudian mengaktifkan buzzer untuk memberikan peringatan suara secara real-time.

3. Pengujian LED

Pada tahap pengujian perangkat ini dilakukan dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7 Pengujian LED

Pada uji coba sistem pendeteksi gempa berbasis IoT yang dilengkapi dengan lampu LED Red, hasilnya menunjukkan bahwa lampu LED Red berhasil memberikan peringatan visual yang efektif saat terdeteksi getaran seismik. Ketika sensor mendeteksi adanya gempa, data tersebut dikirim ke platform IoT, yang kemudian mengaktifkan lampu LED Red untuk menyala sebagai tanda peringatan.

Setelah pengujian individu selanjutnya dilakukan pengujian secara menyeluruh berikut tabel pengujianya.

Tabel 1 Hasil Pengujian Perangkat

| No | Nama Perangkat | Fungsi  | Hasil  | Keterangan |
|----|----------------|---|--|------------|
| 1  | NodeMCU ESP32  | Sebagai otak sistem yang mengendalikan semua komponen | Perangkat bisa bekerja dengan baik                               | Berhasil   |
| 2  | Buzzer         | Sebagai bunyi peringatan                              | Buzzer bekerja dengan baik dan berbunyi ketika ada getaran       | Berhasil   |
| 3  | Sensor SW-420  | Sebagai sensor pendeteksi                             | Sensor bekerja ketika ada getaran dengan mengirim data ke esp 32 | Berhasil   |
| 4  | Lampu LED      | Sebagai lampu peringatan                              | LED menyala ketika ada getaran                                   | Berhasil   |

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem pendeteksi gempa berbasis *IoT* berfungsi dengan baik secara keseluruhan sistemnya yang menggunakan *ESP32* sebagai mikrokontroler, sensor *SW420* sebagai sensor getaran, serta buzzer dan LED sebagai tanda peringatan bahaya saat terjadi gempa. Sistem ini bertujuan untuk menghasilkan prototipe informasi pendeteksi gempa berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan notifikasi melalui Telegram, yang terbukti berfungsi dengan baik secara keseluruhan. Dengan memanfaatkan teknologi *IoT*, alat ini dapat terhubung dengan aplikasi Telegram sebagai media untuk menerima notifikasi atau melakukan monitoring sistem. Berdasarkan hasil pengujian, sensor *SW420* dan sistem alarm pendeteksi gempa bumi bekerja sesuai perancangan, serta mampu memberikan peringatan ketika terdeteksi getaran atau guncangan gempa.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lalu Delsi Samsumar, Salman Salman, Rudi Muslim, and Ardiyallah Akbar, "Smart Automatic Feed: Sistem Pakan Otomatis Pada Kandang Peternak Ayam," *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*, vol. 2, no. 2, pp. 149–160, 2023, doi: 10.55606/jupti.v2i2.2870.
- [2] H. Hambali, A. Akbar, and A. Yani, "Early Warning System for Flood in Gunungsari District Based on Iot With Telegram Bot As a Warning Message Sender," *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, vol. 18, no. 2, pp. 173–178, 2022, doi: 10.33480/pilar.v18i2.3711.
- [3] Tri Sulistyorini, Nelly Sofi, and Erma Sova, "Pemanfaatan Nodemcu Esp8266 Berbasis Android (Blynk) Sebagai Alat Alat Mematikan Dan Menghidupkan Lampu," *Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 1, no. 3, pp. 40–53, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i3.334.
- [4] R. Y. Utami and S. A. Rizky, "MENGANALISIS BENCANA ALAM GEMPA BUMI DALAM PERSPEKTIF AL-QURAN," *Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam dan Sains*, vol. 4, no. 1, pp. 255–260.
- [5] L. Rajagukguk, "Implementasi Metode Marr-Hilldert Untuk Mendeteksi Batas Wilayah Gempa," *Jurnal Kajian Ilmiah Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 24–29, 2022.
- [6] I. Sopiyan and H. Setiawan, "Analisis Framing Model Zongdang Pan dan Gerald M. Kosicki Terhadap Pemberitaan Gempa Bumi Cianjur Pada Media Kompas. com dan Antaranews. com," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 9, no. 7, pp. 228–235, 2023.
- [7] P. T. Wikantama, M. Bahalwan, and M. A. G. Akmal, "SIGEMPA: Sistem Peringatan Dini Gempa Bumi berbasis IoT dengan ESP32," *Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 63–70, 2024.
- [8] N. Kristanto, "Perancangan Sistem Informasi Pendeteksi Gempa Berbasis Internet Of Things Di Universitas Tarumanagara," *Sibatik Journal: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, vol. 2, no. 2, pp. 609–622, 2023.
- [9] R. Effendi, R. Kania, and M. Muhammad, "Rancang Bangun Pendeteksi Getaran Gempa Berbasis Mikrokontroler IOT Arduino," *Journal of Innovation And Future Technology (IFTECH)*, vol. 3, no. 2, pp. 41–55, 2021.
- [10] E. P. Saptorini and E. Ema, "PEMBUATAN SIMULASI PENDETEKSI GETARAN SEBAGAI PERINGATAN DINI TERJADINYA GEMPA BUMI," *Jurnal: Industri Elektro dan Penerbangan*, vol. 8, no. 3, 2020.
- [11] E. Desifatma, I. R. Kadir, A. Taufik, and P. M. Pratomo, "Integrasi Early Warning System untuk Gempabumi," *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, vol. 19, no. 1, pp. 22–30, 2022.
- [12] N. S. Bengi, S. Syamsul, and N. Nasri, "PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI GEMPA BUMI DAN PERINGATAN DINI BERBASIS INTERNET OF THINGS," *Jurnal TEKTR0*, vol. 8, no. 1, pp. 138–144, 2024.
- [13] B. A. Wicasana and R. Djutalov, "PENGEMBANGAN APLIKASI LOKPRO SEBAGAI MEDIA PENCARI KERJA DI LOKPRO MEDIA DENGAN METODE PROTOTYPE,"

- LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 1, no. 3, pp. 516–533, 2023.
- [14] M. Muliadi, A. Imran, and M. Rasul, “Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan ESP32,” *Jurnal Media Elektrik*, vol. 17, no. 2, pp. 73–79, 2020.
- [15] A. Akbar, Z. Zaenudin, Z. Mutaqin, and L. D. Samsumar, “IoT-Based Smart Room Using Web Server-Based Esp32 Microcontroller,” *Formosa Journal of Computer and Information Science*, vol. 1, no. 2, pp. 91–98, 2022.
- [16] I. E. A. Pakpahan, P. Sihombing, and M. K. M. Nasution, “Analysis of the Sw-420 vibration sensor performance on vibration tools by using a fuzzy logic method,” in *Proceedings of the International Conference on Culture Heritage, Education, Sustainable Tourism, and Innovation Technologies*, 2020, pp. 543–550.
- [17] M. J. Manurung, P. Poningsih, S. R. Andani, M. Safii, and I. Irawan, “Door Security Design Using Fingerprint and Buzzer Alarm Based on Arduino,” *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, vol. 3, no. 1, pp. 42–51, 2021.
- [18] E. Guglielmi *et al.*, “High-value tunable pseudo-resistors design,” *IEEE J Solid-State Circuits*, vol. 55, no. 8, pp. 2094–2105, 2020.
- [19] M. Martín-Sómer, C. Pablos, C. Adán, R. van Grieken, and J. Marugán, “A review on LED technology in water photodisinfection,” *Science of the Total Environment*, vol. 885, p. 163963, 2023.
- [20] F. Nadziroh, F. Syafira, and S. Nooriansyah, “Alat Deteksi Intensitas Cahaya Berbasis Arduino Uno Sebagai Penanda Pergantian Waktu Siang-Malam Bagi Tunanetra,” *Indonesian Journal of Intellectual Publication*, vol. 1, no. 3, pp. 142–149, 2021.
- [21] P. T. Wikantama and R. Puspitasari, “Perancangan Perangkat Pengukur Ketinggian Banjir dengan ESP32 dan Telegram Berbasis IoT,” *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 13, no. 02, pp. 107–114, 2023.