

PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GEMPA BUMI VULKANIK SECARA *REAL-TIME* MENGGUNAKAN *BUZZER* BERBASIS ARDUINO UNO

Tsaniatul Khayati, Auliana Khorunnisa Anwar, Tutut Nurita*, Wahono Widodo,
Nadela Zahrotul Yasmin, Selvi Nur Angeli, Nina Arianti

Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

*Corresponding author: tututnurita@unesa.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe alat pendeteksi gempa bumi vulkanik secara real-time menggunakan *buzzer* yang dikendalikan oleh Arduino Uno. Pendeteksian gempa vulkanik memiliki signifikansi yang penting karena mampu memberikan peringatan dini untuk mitigasi bencana. Dalam studi ini, alat dikembangkan dengan mengintegrasikan sensor getaran yang dihubungkan ke Arduino Uno untuk mengidentifikasi aktivitas seismik, khususnya yang diakibatkan oleh pergerakan vulkanik. Saat gempa terdeteksi, buzzer akan berbunyi secara otomatis sebagai peringatan dini. Pengujian dilakukan dalam kondisi laboratorium dengan variasi intensitas getaran untuk mengukur sensitivitas dan respons alat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini mampu mendeteksi gempa vulkanik dengan baik dalam kategori intensitas yang terukur, memberikan peringatan yang cepat dan akurat. Kesimpulannya, prototipe ini memiliki potensi sebagai solusi efisien untuk peringatan dini gempa vulkanik, walaupun diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk aplikasi lapangan.

Kata Kunci: prototipe pendeteksi gempa, gempa vulkanik, peringatan dini, Arduino Uno, buzzer, sensor getaran, mitigasi bencana

Abstract: This research aims to design a prototype of a real-time volcanic earthquake detection tool using a buzzer controlled by an Arduino Uno. Volcanic earthquake detection has important significance because it can provide early warning for disaster mitigation. In this study, a tool was developed by integrating a vibration sensor connected to an Arduino Uno to identify seismic activity, especially that caused by volcanic movements. When an earthquake is detected, the buzzer will sound automatically as an early warning. Tests were carried out in laboratory conditions with variations in vibration intensity to measure the sensitivity and response of the tool. The research results show that this tool is able to detect volcanic earthquakes well in the measured intensity category, providing fast and accurate warnings. In conclusion, this prototype has potential as an efficient solution for early warning of volcanic earthquakes, although further development is needed for field applications.

Keywords: earthquake detection prototype, volcanic earthquake, early warning, Arduino Uno, buzzer, vibration sensor, disaster mitigation

PENDAHULUAN

Indonesia, yang berada di jalur Cincin Api Pasifik, memiliki aktivitas vulkanik tinggi dan rentan terhadap gempa bumi vulkanik akibat aktivitas magma di bawah permukaan bumi, yang dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur dan korban jiwa (Mauliddiyah, 2021). Peningkatan frekuensi gempa vulkanik dalam beberapa dekade terakhir menekankan pentingnya pengembangan sistem deteksi dini yang efektif, namun sistem yang ada cenderung kompleks dan mahal, sehingga sulit diterapkan di daerah terpencil (Bengi et al., 2024). Teknologi mikrokontroler seperti Arduino Uno, yang terjangkau dan mudah digunakan, menawarkan solusi untuk

menciptakan alat pendeteksi gempa sederhana dan ekonomis (Effendi et al., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa Arduino dapat mendeteksi getaran melalui integrasi dengan sensor getaran secara real-time (Tritunggal et al., 2023). Meskipun implementasinya untuk mendeteksi aktivitas vulkanik masih terbatas (Namioka, 2022). menunjukkan bahwa sistem berbasis Arduino yang dilengkapi dengan sensor getaran mampu mendeteksi perubahan getaran pada objek secara real-time. Lebih lanjut, hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sensor-sensor ini dapat mengidentifikasi perbedaan intensitas getaran yang menandakan aktivitas seismik tertentu, namun belum banyak diaplikasikan dalam mendeteksi gempa vulkanik.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe alat pendeteksi gempa vulkanik secara real-time yang berbasis Arduino Uno dan dilengkapi dengan buzzer sebagai perangkat peringatan dini (Kristanto, 2023). Alat ini diharapkan mampu memberikan peringatan cepat ketika aktivitas gempa vulkanik terdeteksi, sehingga masyarakat memiliki waktu yang cukup untuk mengambil tindakan mitigasi (Nasution et al., 2022). Pengembangan prototipe ini diharapkan dapat menjadi solusi yang praktis dan ekonomis, terutama untuk daerah yang membutuhkan perangkat deteksi dengan harga terjangkau. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi memberikan kontribusi signifikan dalam upaya mitigasi risiko bencana di daerah rawan gempa vulkanik di Indonesia (Bengi et al., 2024).

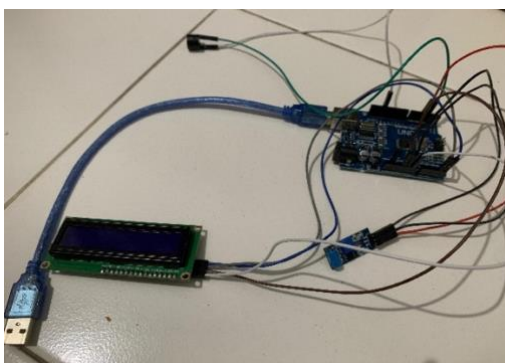
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode berupa analisis sebuah sistem yang sedang berjalan atau merancang sistem, yaitu merancang objek penelitian untuk dianalisa, diuji dan diambil kesimpulannya. Untuk mengembangkan prototipe alat pendeteksi gempa bumi secara real-time yang berbasis arduino ini berfokus pada perancangan sistem alat arduino uno yang dirancang menggunakan buzzer sebagai alat peringatan gempa bumi. Langkah pertama dalam penelitian ini adalah perancangan dan pengembangan sistem alat yang melibatkan pemilihan komponen, seperti sensor getaran, Arduino Uno, dan buzzer. Alat ini kemudian diprogram untuk mendeteksi getaran yang mencirikan adanya gempa bumi dan mengaktifkan buzzer sebagai tanda peringatan. Selanjutnya, alat diuji dalam kondisi terkontrol untuk mensimulasikan getaran gempa dan mengumpulkan data terkait sensitivitas sensor, waktu respons, serta akurasi deteksi. Data hasil uji coba kemudian dianalisis secara statistik untuk mengukur efektivitas sistem dalam mendeteksi gempa dan memberikan peringatan secara tepat waktu. Hasil analisis ini digunakan untuk mengevaluasi dan memperbaiki prototipe agar sesuai dengan standar yang ditetapkan (Harahap et al., 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Produk

Pada tahap pembuatan rangkaian alat ini yang dilakukan pertama kali adalah mempersiapkan komponen yang akan digunakan seperti Arduino Uno, Sensor Getar, Buzzer, LCD 16x2, dan beberapa kabel jumper. Pada Rangkaian elektronik Arduino memiliki beberapa komponen lainnya seperti IC regulator yang berfungsi sebagai kebutuhan rangkaian *power supply*.



Gambar 1. Rangkaian Pemasangan Komponen.

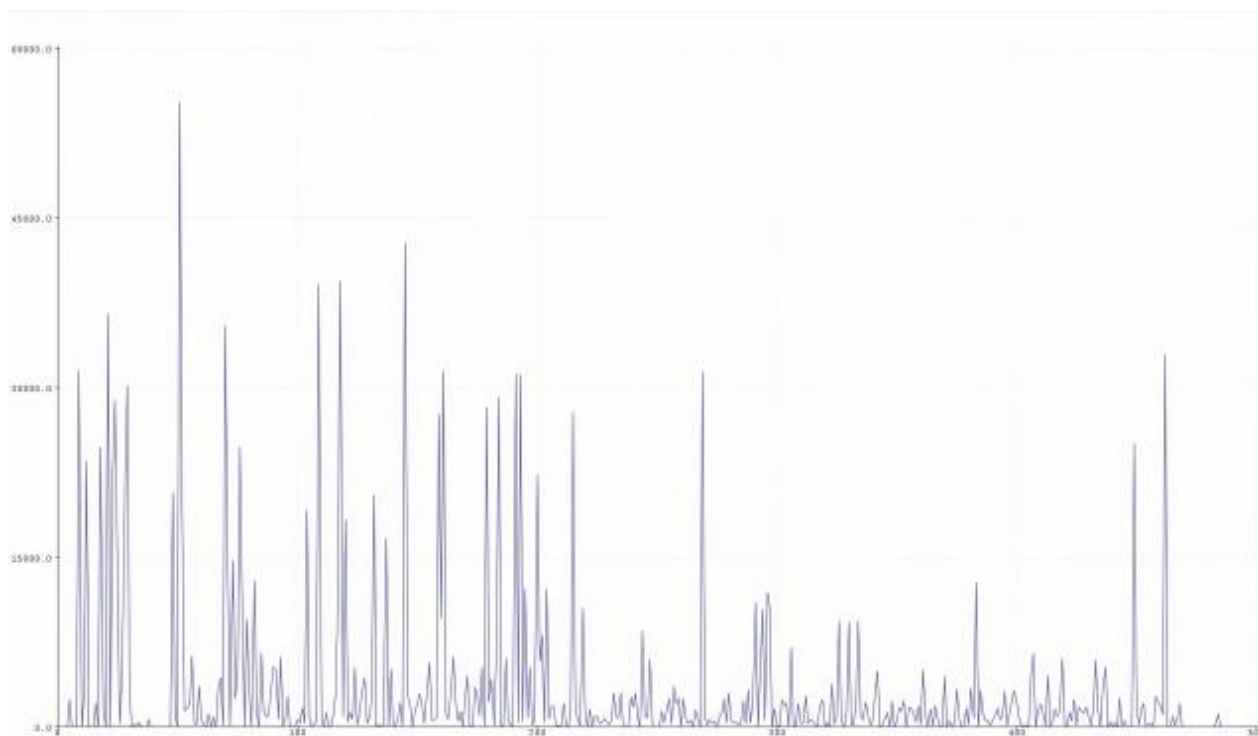
Untuk rangkaian sensor getar pada pin VCC akan dihubungkan pada pin 5V, pin GND dihubungkan dengan pin GND, dan pin DO akan dihubungkan dengan pin 3 pada Arduino Uno, pada buzzer menggunakan pin GND Sedangkan LCD pada pin GND akan dihubungkan pada pin GND, pin VCC akan dihubungkan pada pin 5V, pin SDA akan dihubungkan pada pin A4, dan pin SCL akan dihubungkan pada pin A5. Pada gambar dibawah ini merupakan perancangan komponen rangkaian secara keseluruhan.

Hasil Pengujian

Tabel 1. Hasil Pengujian Alat Pendeteksi Getaran

Keterangan	Pengulangan				
	1	2	3	4	5
Siaga (500 -1.500)	827	876	857	903	552
Waspada (1.500 -3.000)	1.670	1.937	1.344	2.730	2.432
Bahaya (3.000 ++)	30.859	34.146	32.158	22.514	6.181

Berdasarkan data hasil pengujian alat pendeteksi getaran diatas, dapat kita lihat bahwa situasi siaga memiliki rentang 500 – 1.500..., situasi waspada 1.500 – 3.000..., dan situasi bahaya 3.000 ke atas. Pada pengujian pertamaa diperoleh data siaga 827..., waspada 1.670..., dan bahaya 30.859... Kemudian pengujian kedua diperoleh data siaga 876..., waspada 1.937..., dan bahaya 34.146... Selanjutnya pengujian ketiga diperoleh data siaga 903..., waspada 1.344..., dan bahaya 32.158... Adapun pengujian keempat diperoleh data siaga 583..., waspada 2.730..., dan bahaya 22.514. Dan pengujian terakhir diperoleh data siaga 552..., waspada 2.432..., dan bahaya 6.181.



Gambar 2. Grafik Hasil Visualisasi Data.

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan hasil visualisasi data dari sistem deteksi gempa dini menggunakan Arduino Uno yang terhubung dengan sensor getar (Accelerometer). Dimana sumbu horizontal menunjukkan waktu, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan amplitudo getaran atau intensitas sinyal seismik yang terdeteksi pada sistem. Sistem tersebut bekerja dengan cara membaca data getaran real-time dari sensor melalui Arduino, dan menampilkannya dalam bentuk grafis analisis visual. Dapat dilihat pada hasil pengujian sensor dalam bentuk serial ploter. Besaran normal yang dihasilkan mulai dari 0 – 1.500. Pola getaran yang normal biasanya ditandai dengan amplitudo rendah dan stabil, dengan ditunjukkan oleh fluktuasi besar dengan puncak yang tajam dan berulang-ulang. Puncak-puncak tajam pada grafik menunjukkan adanya getaran signifikan, yang berpotensi terkait dengan aktivitas gempa atau gangguan lainnya. Besaran tersebut akan berubah ketika memberikan getaran sesuai dengan kecepatan getaran yang diberikan. Pada data yang dihasilkan menunjukkan bahwa alat yang telah dibuat telah berhasil untuk mendeteksi dan dapat menampilkan data dari adanya gempa dini.

Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang dapat menimbulkan kerusakan besar dan mengancam keselamatan jiwa (Bengi et al., 2024). Oleh karena itu, pendeteksian dini gempa bumi sangat penting untuk memberikan peringatan cepat dan meminimalkan dampak negatifnya (Bengi et al., 2024). Di era modern ini, teknologi telah membantu dalam pengembangan berbagai alat pendeteksi gempa yang semakin canggih. Salah satu komponen elektronik yang sering digunakan dalam proyek DIY dan penelitian terkait gempa adalah Arduino Uno (Nursyabani et al., 2020).

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang populer di kalangan pengembang dan hobiis elektronik karena kemudahannya dalam pemrograman dan penggunaannya (Sutarti et al., 2022). Alasan mengapa Arduino Uno sering dipilih dalam proyek pendeteksi gempa meliputi:

Yang pertama yaitu mudah didapatkan di pasaran dengan harga terjangkau, yang kedua yaitu dukungan komunitas yang luas dan banyaknya contoh program membuat pengembangan lebih mudah yang ketiga yaitu dapat dihubungkan dengan berbagai sensor, termasuk akselerometer, untuk mendeteksi getaran (Sarif et al., 2023).

Untuk membuat alat pendeteksi gempa sederhana, Arduino Uno dapat dipasangkan dengan sensor akselerometer, seperti MPU6050 atau ADXL345. Sensor ini mampu mendeteksi pergerakan tanah dan perubahan percepatan pada tiga sumbu (X, Y, dan Z) (Alamsyah et al., 2022). Sensor akselerometer dipasang dan dihubungkan ke Arduino Uno, serta Arduino diprogram untuk membaca data dari sensor secara real-time dan menganalisis perubahan percepatan (Kaladewa & Santoso, 2022).

Deteksi dan Peringatan: Jika perubahan percepatan melebihi ambang batas tertentu, Arduino akan memicu alarm atau sinyal peringatan, yang bisa berupa bunyi buzzer atau lampu LED (Satria, 2023). Alat pendeteksi gempa berbasis Arduino Uno dapat menjadi solusi yang ekonomis dan portabel untuk mendeteksi gempa ringan hingga sedang (Sucipto, 2024). Meski bukan pengganti seismometer profesional, alat ini berguna sebagai sistem peringatan dini yang bisa dipasang di rumah, sekolah, atau bangunan kecil. Deteksi gempa lebih awal memungkinkan penghuni bangunan untuk mengambil tindakan evakuasi sebelum guncangan kuat terjadi (Harahap et al., 2023).

Adapun keunggulan dan tantangan alat pendeteksi gempa sederhana berbasis Arduino Uno yaitu Biaya Terjangkau: Arduino Uno dan sensor akselerometer seperti MPU6050 atau ADXL345 relatif murah dibandingkan perangkat seismometer profesional, Kemudahan Pemrograman: Arduino memiliki dukungan komunitas yang luas dan banyak contoh proyek open-source yang mempermudah pengembangan dan pemrograman. Portabilitas: Ukuran yang kecil dan ringan membuat perangkat ini mudah dipasang dan dipindahkan, serta Modularitas: Mudah untuk ditingkatkan atau dimodifikasi dengan tambahan sensor atau komponen lain sesuai kebutuhan proyek (Harahap et al., 2023).

Adapun tantangan alat pendeteksi gempa sederhana berbasis Arduino Uno yaitu Akurasi Terbatas: Arduino Uno dan sensor yang terhubung mungkin tidak memiliki keakuratan yang setara

dengan seismometer profesional, sehingga deteksi gempa besar atau kecil bisa kurang presisi (Adidas & Putra, 2022). Jangkauan Deteksi Terbatas: Sistem ini lebih cocok untuk mendeteksi gempa lokal di area tertentu dan mungkin tidak dapat mengukur gempa besar dari jarak jauh, Ketahanan Fisik: Alat DIY berbasis Arduino mungkin tidak dirancang untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang keras atau selama guncangan besar, serta pemeliharaan dan Kalibrasi: Perangkat ini memerlukan pemeliharaan dan kalibrasi yang rutin untuk memastikan bahwa sensor tetap akurat dan bekerja dengan baik (Tritunggal et al., 2023) .

KESIMPULAN

Arduino Uno sebagai mikrokontroler *open-source* menawarkan fleksibilitas tinggi untuk sistem pendeteksi gempa. Dengan integrasi sensor getaran atau akselerometer, sistem ini mampu mendeteksi getaran tanah yang mengindikasikan potensi gempa bumi. Keunggulan utamanya adalah ukurannya yang kompak, sifatnya yang portabel, dan kemudahan penyesuaian. Meskipun akurasi dan sensitivitasnya lebih rendah dibandingkan perangkat komersial, sistem ini efektif untuk peringatan dini di komunitas lokal. Pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan sensor dan teknologi komunikasi nirkabel, dapat meningkatkan kinerja dan memungkinkan integrasi dengan jaringan pemantauan seismik yang lebih luas. Hal ini membuka potensi kontribusi pada mitigasi bencana di tingkat nasional atau internasional melalui analisis data aktivitas seismik secara komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, N., Rahmani, H. F., & Yeni. (2022). Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno dengan Alat Sensor LDR. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 1(5), 703–712. <https://doi.org/10.55927/fjas.v1i5.1444>
- Bengi, N. S., Syamsul, S., & Nasri, N. (2024). Prototype Sistem Pendeteksi Gempa Bumi Dan Peringatan Dini Berbasis Internet of Things. *Jurnal TEKTR0*, 8(1), 138–144.
- Edidas, & Putra, R. R. (2022). Designing and building earthquake warning system with Arduino and web-based SES60 SLP sensor. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 11(1), 581–588. <https://doi.org/10.11591/eei.v11i1.3546>
- Effendi, R., Muhammad, M., Ilmu, F., Universitas, K., & Jaya, B. (2021). Rancang Bangun Pendeteksi Getaran Gempa. *Universitas Banten Jaya*, 3, 41–55.
- Ghany, A., Kabib, M., Qomaruddin, Q., & Hidayat, T. (2020). Desain Dan Implementasi Sistem Kontrol Putaran Motor Pada Gerak Simulator Gempa 3 Axis. *Jurnal Crankshaft*, 3(1), 25–34. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v3i1.4654>
- Ghifari, A., Murti, M. A., & Nugraha, R. (2019). Perancangan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Accelerometer Dan Sensor Getar. *Proceeding of Engineering*, 5(3), 4028–4035.
- Harahap, P., Oktrialdi, B., & Siregar, R. F. (2023). Implementasi Alat Pendeteksi Gempa Berbasis Arduino Uno dengan Memanfaatkan Sensor Getar (Vibration). *Seminar Nasional Teknik Elektro*.
- Kaladewa, Y., & Santoso, K. A. (2022). Implementasi Sensor Kemiringan Sudut Untuk Alat Bantu (Grab) Gantry Luffing Crane (Glc). *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 6(2), 62–69. <https://doi.org/10.52447/jkte.v6i2.5726>
- Kristanto, N. (2023). Perancangan Sistem Informasi Pendeteksi Gempa Berbasis Internet of Things Di Universitas Tarumanagara. *Sibatik Journal: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 2(2), 609–622. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v2i2.589>
- Maulidiyah, N. L. (2021). *Indonesia yang terletak di kawasan Cincin Api Pasifik Ring of Fire memiliki potensi bencana alam yang tinggi*. 6.
- Muhammad Irfan Sarif, Heri Kurniawan, & Rizky Putro Nugroho Dwi Cahyo. (2023). Implementasi Rancangan Pendeteksi Gempa Bumi Menggunakan Android Dan Arduino. *Journal Zetroem*, 5(1), 77 - 80. <https://doi.org/10.36526/ztr.v5i1.2711>

- Nasution, N. R. A., Natasya, A. A., & Rusdi, M. (2022). Implementasi Sensor Accelerometer Sebagai Sistem Alarm Pendeteksi Gempa Berbasis Iot. *Evolusi : Jurnal Sains Dan Manajemen*, Vol. 3 No. 1 (2022): Vol 3 No 1 2022, 855–864.
- Nursyabani, N., Putera, R. E., & Kusdarini, K. (2020). Mitigasi Bencana Dalam Peningkatan Kewaspadaan Terhadap Ancaman Gempa Bumi Di Universitas Andalas. *Jurnal Ilmu Administrasi Negara ASIAN (Asosiasi Ilmuwan Administrasi Negara)*, 8(2), 81–90. <https://doi.org/10.47828/jianaasian.v8i2.12>
- Putra, I. A., & Pramudya, Y. (2022). *Studi Karakteristik Gelombang Model Tsunami Longsoran Bola Pejal Dengan Bantuan Sensor Ultrasonik dan Arduino pada Variasi Sudut Kemiringan Lereng*. 35–40.
- Rini Pratiwi, Lalu Delsi Samsumar, Zaenudin, Ardiyallah Akbar, E. S. (2023). Rancang Bangun Prototype Sistem Pendeteksi Gempa Berbasis IOT Menggunakan Notifikasi Telegram. *Journal of Computer Science and Information Technology (JCSIT) Volume 1, No 4 – September 2024 e-ISSN: 3031-8467*, 4(Spetember), 14–20. <https://doi.org/10.70248/jcsit.v1i4.1269>
- Sarif, M. I., Kurniawan, H., & Cahyo, R. P. N. (2023). *Rancangan Sistem Pendeteksi Gempa Menggunakan Arduino Uno Untuk Menghindari Semburan Abu Vulkanik*. 233–240.
- Satria, H. (2023). Aplikasi Arduino dan Sensor. *Insight Mediatama*, 36.
- Sucipto, D. (2024). *Berbasis Thermocouple Dan Evaluasi Kualitas Produk Berbasis Fuzzy Logic Control System On The Straw Extruder Machine Based On Thermocouple And Product Quality*. 20602300007.
- Sukri, M. R. A., Yolanda, S., & Viorensi, H. I. (2024). Rancang Bangun Seismometer 3 Komponen Berbasis Arduino Uno serta GUI yang Berbasis Python. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 3(2), 67–76. <https://doi.org/10.33379/metrotech.v3i2.4372>
- Sutarti, S., Triyatna, T., & Ardiansyah, S. (2022). Prototype Sistem Absensi Siswa/I Dengan Menggunakan Sensor Rfid Berbasis Arduino Uno. *Prosisko: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 9(1), 76–85. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v9i1.4744>
- Tritunggal, F. A., Pradana, C., & Pradani, E. R. K. (2023). Sistem Deteksi Gempa Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino dan Sensor Accelerometer MPU6050. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 2(2), 98–104. <https://doi.org/10.33379/metrotech.v2i2.2788>
- Viandra, S. Y. O., Maulindar, J., & Harsanto. (2024). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dini Gempa Bumi Menggunakan Modul Nodemcu Berbasis IOT. *Jurnal Teknik SILITEK*, 4(02), 82–92. <https://doi.org/10.51135/jts.v4i02.144>