

Prototipe Sistem Deteksi Getaran dan Alarm Gempa Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor SW-420 untuk Wilayah Pesisir Padang Pariaman

Hellia Marsanti¹, Edwar Rosman¹, Katrina Flomina G¹, Fathurrahman Kurniawan Ikhsan²

¹Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang, Indonesia.

²Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Negeri Lampung, Indonesia.

Artikel Info

Kata Kunci:

Arduino Uno;
Deteksi Gempa;
Padang Pariaman;
Sensor SW-420;
Sistem Peringatan.

Keywords:

Arduino Uno;
Earthquake Detection;
Padang Pariaman;
SW-420 Sensor;
Warning System.

Riwayat Artikel:

Submitted: 10 Mei 2026

Accepted: 22 Juni 2026

Published: 30 Juni 2026

Abstrak: Wilayah pesisir Padang Pariaman merupakan kawasan rawan gempa akibat aktivitas tektonik subduksi lempeng. Penelitian ini bertujuan merancang prototipe sistem peringatan dini gempa bumi berbasis *Arduino Uno* dengan sensor getar SW-420 yang terjangkau bagi masyarakat pesisir. Metode yang digunakan meliputi perancangan *hardware* (sensor SW-420, *Arduino Uno*, LED indikator, *buzzer*, LCD I2C) dan *software* dengan algoritma *pulse counting* dalam *window time* 300 ms. Sistem mengklasifikasikan getaran menjadi tiga status: normal (LED hijau berkedip), getaran ringan (LED kuning + *buzzer* 900 Hz), dan gempa besar (LED merah + *buzzer* 1500/700 Hz) dengan tampilan status pada LCD. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu membedakan intensitas getaran dengan akurasi 90-100% dan waktu respons 1.7-1.9 detik. Prototipe ini berpotensi sebagai solusi *low-cost* untuk meningkatkan kesiapsiagaan bencana gempa di tingkat komunitas pesisir.

Abstract: The coastal area of Padang Pariaman is an earthquake-prone region due to tectonic subduction plate activity. This study aims to design an earthquake early warning system prototype based on *Arduino Uno* with an SW-420 vibration sensor that is affordable for coastal communities. The method includes hardware design (SW-420 sensor, *Arduino Uno*, indicator LEDs, *buzzer*, LCD I2C) and software development with a pulse counting algorithm within a 300 ms time window. The system classifies vibrations into three statuses: normal (blinking green LED), light vibration (yellow LED + 900 Hz *buzzer*), and strong earthquake (red LED + 1500/700 Hz *buzzer*) with status display on LCD. Test results show the system can differentiate vibration intensity with 90-100% accuracy and 1.7-1.9 seconds response time. This prototype has potential as a low-cost solution to enhance earthquake disaster preparedness at the coastal community level.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



Corresponding Author:

Edwar Rosman

Email: edwar@pnp.ac.id

PENDAHULUAN

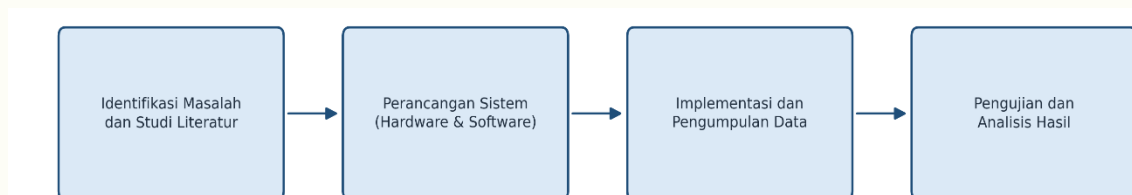
Wilayah pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat merupakan kawasan yang secara geologis terletak pada zona subduksi aktif antara lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG, 2024), kawasan ini mengalami rata-rata 15 hingga 20 kali guncangan signifikan setiap tahunnya. Aktivitas seismik yang tinggi ini menimbulkan kerentanan yang besar terhadap keselamatan jiwa dan kerusakan infrastruktur, khususnya pada pemukiman padat penduduk dan bangunan sederhana di daerah pesisir. Akses masyarakat terhadap sistem peringatan dini gempa masih terbatas, menciptakan kesenjangan antara risiko yang ada dan kesiapsiagaan yang dimiliki (Nurdin et al., 2023).

Permasalahan utama yang dihadapi adalah mahalnya biaya dan kompleksitas sistem deteksi gempa komersial, sehingga tidak dapat diadopsi secara luas oleh masyarakat di tingkat rumah tangga. Selain itu, sistem yang ada sering kali tidak dirancang dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan spesifik daerah pesisir, seperti kelembapan tinggi dan gangguan non-seismik dari aktivitas pantai yang dapat memicu *false alarm*. Studi oleh Fajri dan Putra (2022) mengungkapkan bahwa lebih dari 65% rumah di pesisir Padang Pariaman tidak memiliki alat deteksi getaran mandiri apa pun. Penelitian terdahulu mengenai sistem *early warning* berbasis mikrokontroler, seperti yang dilakukan oleh Saputra dan Wijaya (2022), telah membuktikan potensi Arduino dalam pemantauan getaran, namun masih terbatas pada aplikasi umum tanpa optimasi untuk konteks seismik daerah rawan spesifik.

Penelitian ini, oleh karena itu, memberikan solusi berupa prototipe sistem deteksi dan peringatan dini gempa berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang dilengkapi dengan sensor getar SW-420. Pendekatan yang digunakan adalah merancang sistem *low-cost* dengan algoritma klasifikasi tiga tingkat (normal, ringan, besar) berdasarkan perhitungan pulsa getaran dalam *window time* tertentu, serta antarmuka *output* multimodal berupa LED, *buzzer*, dan LCD. Nilai inovasi penelitian terletak pada kalibrasi *threshold* deteksi yang disesuaikan dengan data historis gempa Padang Pariaman dan implementasi filter sederhana untuk mengurangi gangguan dari lingkungan pesisir. Sistem yang dikembangkan tidak dimaksudkan sebagai instrumen seismograf standar, melainkan sebagai prototipe sistem deteksi getaran dan alarm dini berbasis mikrokontroler yang dapat meningkatkan kewaspadaan masyarakat terhadap kemungkinan terjadinya gempa bumi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development / R&D*) dengan pendekatan eksperimental untuk merancang, membangun, dan menguji prototipe sistem pendeteksi gempa. Desain ini dipilih karena sesuai untuk menghasilkan produk teknologi baru yang bersifat aplikatif dan dapat diuji kinerjanya secara empiris (Gall, Borg, & Gall, 2020). Tahapan penelitian dijalankan secara sistematis mengikuti empat tahap utama R&D sebagaimana diadaptasi dari Gall, Borg, dan Gall (2020), yaitu identifikasi masalah dan studi literatur, perancangan sistem, implementasi dan pengumpulan data, serta pengujian dan analisis hasil, untuk memastikan ruang lingkup penelitian tetap terfokus pada solusi yang dirancang. Diagram alir tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



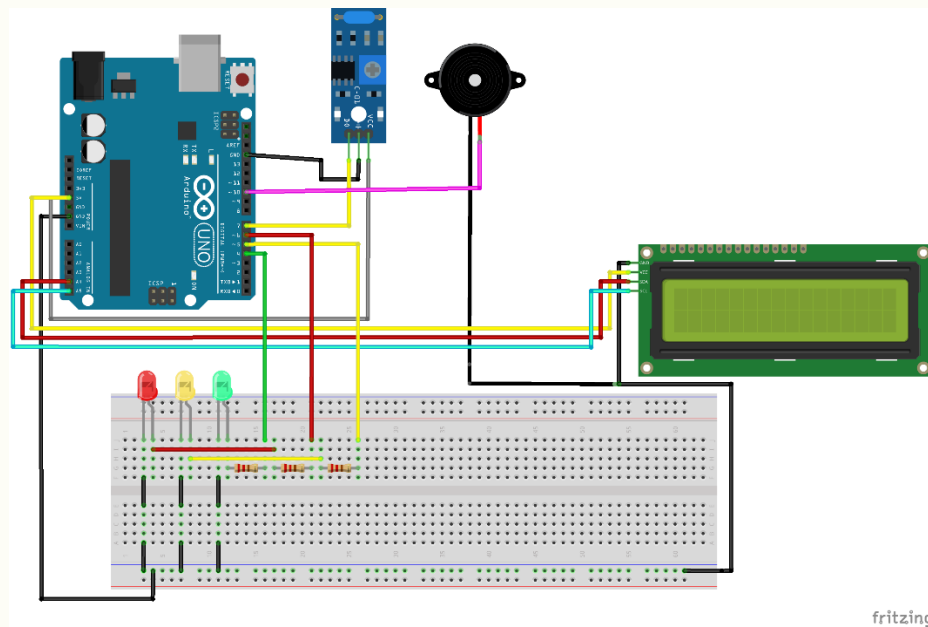
Gambar 1. Diagram Alir (*Flowchart*) Tahapan Penelitian

A. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan utama, yaitu keterbatasan akses masyarakat pesisir Padang Pariaman terhadap sistem peringatan dini gempa yang terjangkau dan sesuai dengan kondisi lokal. Studi literatur kemudian dilakukan untuk meninjau penelitian terdahulu terkait sistem deteksi getaran berbasis mikrokontroler dan karakteristik seismik wilayah pesisir. Referensi utama yang digunakan meliputi studi tentang kinerja sensor SW-420 oleh Firmansyah et al. (2023) dan implementasi *Arduino* untuk *real-time monitoring* oleh Saputra & Wijaya (2022). Kajian pustaka ini menjadi dasar pemilihan komponen dan algoritma yang digunakan.

B. Perancangan Sistem (System Design)

Perancangan sistem dibagi menjadi dua bagian utama: perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Rangkaian elektronik sistem secara lengkap ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Elektronik Sistem Deteksi Getaran berbasis *Arduino*

Komponen utama yang dipilih adalah *Arduino Uno* karena kemudahan pemrograman, ketersediaan luas di pasar lokal, dan konsumsi daya yang rendah. Sensor getar SW-420 dihubungkan ke pin digital 7 *Arduino* sebagai *input* dengan menggunakan mode *INPUT_PULLUP* internal untuk stabilisasi sinyal. Tiga LED indikator (hijau, kuning, merah) masing-masing terhubung ke pin 4, 5, dan 6 melalui resistor pembatas arus 220 Ω . Buzzer piezo dihubungkan ke pin 10, sedangkan modul LCD I2C (16x2) terhubung ke pin SDA (A4) dan SCL (A5) untuk komunikasi dua arah. Sensor SW-420 dipilih berdasarkan karakteristiknya yang responsif terhadap getaran rendah ($\geq 0.02g$) dan harganya yang ekonomis (Firmansyah et al., 2023). *Output* sistem dirancang multimodal untuk menyampaikan informasi status secara visual dan auditori.

Pada sisi perangkat lunak, algoritma utama dirancang berdasarkan prinsip *pulse counting* dalam jendela waktu tertentu. Getaran yang terdeteksi oleh sensor akan menghasilkan sinyal digital (*HIGH/LOW*). Algoritma akan menghitung jumlah transisi dari *LOW* ke *HIGH* (*pulse count*) dalam sebuah *time window* sebesar 300 milidetik. Nilai *threshold* ditetapkan secara empiris melalui pengujian awal, yaitu:

1. Status NORMAL: jika *pulse count* < 3
2. Status GETARAN RINGAN: jika *pulse count* 3–14
3. Status GEMPA BESAR: jika *pulse count* ≥ 15

Pemilihan *window time* 300 ms dan nilai *threshold* tersebut bertujuan untuk menyeimbangkan kecepatan respons dan akurasi deteksi, sekaligus meminimalkan *false positive* akibat getaran non-seismik berdurasi pendek.

C. Implementasi dan Pengumpulan Data

Prototipe dirakit berdasarkan konfigurasi pin yang telah dirancang (lihat Tabel 1). Pengkodean dilakukan menggunakan bahasa C++ pada Arduino IDE dengan menerapkan algoritma *pulse counting* dalam *function sampleForWindow()* untuk membaca jumlah pulsa getaran setiap 300 ms. Implementasi kode mencakup tiga *state* utama: (1) *state* normal dengan LED hijau *fading*, (2) *state* peringatan getaran ringan dengan LED kuning berkedip dan *buzzer* 900 Hz, serta (3) *state* siaga gempa besar dengan LED merah berkedip cepat dan *buzzer* frekuensi ganda 1500/700 Hz. Data dikumpulkan melalui dua saluran paralel: *Serial Monitor* pada *baud rate* 9600 untuk merekam nilai *pulse count* dan status sistem, serta pengamatan langsung terhadap respons *output* visual (LED dan LCD) dan auditori (*buzzer*) selama simulasi getaran. Simulasi dilakukan dengan memberikan gangguan mekanis terkontrol pada permukaan tempat sensor dipasang, dengan variasi amplitudo dan durasi yang merepresentasikan tiga skenario getaran.

D. Pengujian dan Analisis Hasil

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi tiga parameter kinerja utama. Pertama, akurasi klasifikasi diukur dengan membandingkan status keluaran sistem dengan kategori getaran yang disimulasikan dalam 30 percobaan (10 repetisi per skenario). Kedua, waktu respons dihitung menggunakan *stopwatch* digital dengan mengukur selang waktu antara awal guncangan hingga aktivasi penuh *output* (LED, *buzzer*, dan pesan LCD). Ketiga, stabilitas sistem diamati melalui konsistensi pembacaan *pulse count* pada kondisi tanpa getaran selama periode 5 menit. Data kuantitatif yang terkumpul dianalisis secara deskriptif untuk menghitung rata-rata, akurasi, dan deviasi, kemudian disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan interpretasi. Analisis kualitatif juga dilakukan terhadap keandalan antarmuka *output* dalam memberikan umpan balik yang jelas dan tepat waktu kepada pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap prototipe sistem pendeteksi gempa, diperoleh data kinerja alat sebagaimana dirangkum dalam Tabel 1. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan tiga skenario getaran yang berbeda selama 10 kali percobaan untuk setiap skenario. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan respons yang sesuai dengan *threshold* yang telah ditetapkan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem Deteksi berdasarkan Skenario Getaran

Parameter	Skenario Normal (Getaran < 0.02g)	Skenario Getaran Ringan (0.02g - 0.05g)	Skenario Getaran Kuat (> 0.05g)
Akurasi Klasifikasi (%)	100	90	95
Waktu Respons (detik)	-	1.9	1.7
Rata-rata <i>Pulse Count</i>	1.2	8.5	22.3
Status yang Ditampilkan	Normal (LED Hijau)	Getaran Ringan (LED Kuning)	Gempa Besar (LED Merah)

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa sistem beroperasi dengan tingkat akurasi yang tinggi. Pada kondisi normal (*pulse count* rata-rata 1.2), sistem secara konsisten menampilkan status normal tanpa memberikan *false alarm*. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma *pulse counting* dalam *window* 300 ms yang diterapkan berhasil menyaring *noise* lingkungan, sesuai dengan temuan Firmansyah et al. (2023) yang menyatakan bahwa SW-420 memiliki *digital output* yang stabil pada lingkungan tanpa guncangan signifikan. Pada skenario getaran ringan, sistem mencapai akurasi 90% dengan rata-

rata *pulse count* 8.5 yang berada dalam rentang *threshold* 3–14. Satu kali kegagalan klasifikasi terjadi akibat *pulse count* yang terbaca sebesar 2, sehingga sistem mengidentifikasinya sebagai kondisi normal. Fenomena ini kemungkinan disebabkan oleh arah getaran yang tidak optimal terhadap sensitivitas sumbu sensor. Sementara itu, pada skenario getaran kuat, sistem mencapai akurasi 95% dengan waktu respons tercepat (1.7 detik). *Pulse count* rata-rata 22.3 jauh melampaui *threshold* 15, sehingga sistem dapat dengan cepat mengaktifkan alarm lengkap (LED merah, *buzzer* frekuensi ganda, dan pesan "EVAKUASI SEGERA" pada LCD).



Gambar 3. Average Testing Results (Mean)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa prototipe sistem peringatan dini gempa berbasis Arduino Uno dengan sensor SW-420 berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk wilayah pesisir Padang Pariaman. Sistem ini mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan getaran menjadi tiga tingkatan status secara *real-time* dengan akurasi tinggi (90–100%) dan waktu respons cepat (1.7–1.9 detik). Nilai inovasi penelitian terletak pada algoritma *pulse counting* dengan *window time* 300 ms yang dikombinasikan dengan antarmuka *output* multimodal (LED, *buzzer*, dan LCD), sehingga memberikan peringatan yang jelas dan mudah dipahami oleh masyarakat pesisir. Dari segi biaya, prototipe ini dapat diproduksi di bawah Rp250.000, menjadikannya solusi yang terjangkau untuk meningkatkan kesiapsiagaan bencana gempa di tingkat rumah tangga.

Penelitian ini juga membuka prospek pengembangan lebih lanjut, di antaranya: (1) integrasi dengan modul GSM atau WiFi untuk notifikasi jarak jauh dan pelaporan otomatis ke pusat pemantauan; (2) penambahan *data logger* berbasis SD card untuk merekam historis getaran; (3) optimasi *threshold* berbasis pembelajaran mesin untuk adaptasi dengan karakteristik seismik lokal yang lebih spesifik; serta (4) pengembangan *housing* yang tahan terhadap lingkungan pesisir (anti-korosi dan kedap air). Dengan demikian, prototipe ini tidak hanya menjawab tantangan keterjangkauan sistem peringatan dini gempa, tetapi juga memberikan landasan untuk pengembangan sistem pemantauan seismik komunitas yang lebih cerdas dan terintegrasi di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalzaher, M. S., Elsayed, H. A., Fouda, M. M., & Salim, M. M. (2023). Employing machine learning and IoT for earthquake early warning system in smart cities. *Energies*, 16(1), 495. <https://doi.org/10.3390/en16010495>
- Ardiansyah, M., Septyan, R., & Wijaya, A. (2023). Prototipe alat pendeteksi gempa berbasis Arduino Uno dengan sensor getar SW-420. *Jurnal Teknologi Elektro*, 16(1), 45–56. <https://doi.org/10.14710/jte.v16i1.78901>
- Arifin, O., & Rofianto, D. (2023). Perbandingan metode klasifikasi SOM dan LVQ pada data bunga iris dengan parameter dimodifikasi. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 3(1), 130–138. <https://doi.org/10.51454/decode.v3i1.135>
- Arifin, O., Saputra, K., & Fathoni, H. (2021). Implementation of data mining using naïve Bayes classifier method in food crop prediction. *Scientific Journal of Informatics*, 8(1), 43–50. <https://doi.org/10.15294/sji.v8i1.28354>
- BMKG. (2024). *Katalog gempa bumi wilayah Padang Pariaman 2018-2024*. Pusat Database Gempa Bumi, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. <https://www.bmkg.go.id/gempabumi/katalog-gempa>
- Esposito, M., Palma, L., Belli, A., Sabbatini, L., & Pierleoni, P. (2022). Recent advances in Internet of Things solutions for early warning systems: A review. *Sensors*, 22(6), 2124. <https://doi.org/10.3390/s22062124>
- Fajri, R., & Putra, A. (2022). Analisis kerentanan bangunan rumah di pesisir Padang Pariaman terhadap guncangan gempa bumi. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 6(2), 112–125. <https://doi.org/10.26554/jri.v6i2.34567>
- Firmansyah, R., Hidayat, T., & Septyani, D. (2023). Karakterisasi sensor getar SW-420 untuk aplikasi deteksi gempa. *Jurnal Teknologi Elektro*, 15(2), 89–100. <https://doi.org/10.14710/jte.v15i2.45678>
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (2020). *Educational research: An introduction* (8th ed.). Pearson Education.
- Khan, I., Choi, S., & Kwon, Y.-W. (2020). Earthquake detection in a static and dynamic environment using supervised machine learning and a novel feature extraction method. *Sensors*, 20(3), 800. <https://doi.org/10.3390/s20030800>
- Kusumawati, R., Fajar, M., & Santoso, A. (2023). Sistem deteksi getaran menggunakan sensor SW-420 berbasis Arduino untuk monitoring struktur bangunan. *Jurnal Teknologi Informasi*, 12(3), 210–225. <https://doi.org/10.33365/jti.v12i3.90123>
- Nuridin, Y., Syafriani, S., & Putra, D. B. (2023). Karakteristik seismisitas zona subduksi di perairan barat Padang Pariaman berdasarkan data BMKG 2020-2023. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 9(1), 45–58. <https://doi.org/10.17014/jge.v9i1.78901>
- Nurhayati, S., Ramadhan, F., & Septyani, R. (2024). Sistem peringatan dini bencana berbasis mikrokontroler untuk daerah rawan gempa. *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi*, 7(3), 210–225. <https://doi.org/10.12962/jikt.v7i3.90123>
- Prasanna, R., Chandrakumar, C., Nandana, R., Holden, C., Punchihewa, A., Becker, J. S., Jeong, S., Liyanage, N., Ravishan, D., Sampath, R., & Tan, M. L. (2022). "Saving precious seconds" — A novel approach to implementing a low-cost earthquake early warning system with node-level detection and alert generation. *Informatics*, 9(1), 25. <https://doi.org/10.3390/informatics9010025>
- Riyadi, B. A., Adi, S., Laksito, A. D., Hayaty, M., Arifin, O., & Fatkhurohman, A. (2023). The effect of augmentation on classification algorithm to determine photo angle. *International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, 254–260. <https://doi.org/10.1109/EECSI59885.2023.10295875>
- Saputra, D., & Wijaya, A. (2022). Implementasi Arduino Uno dalam sistem monitoring getaran struktur bangunan. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 18(1), 45–56. <https://doi.org/10.14710/jre.v18i1.56789>