

PENERAPAN TEKNOLOGI ARDUINO DALAM PENDETEKSIAN DAN PERINGATAN GEMPA BUMI BERBASIS SW-420

Haikal Adi Zyah Putra¹, Setyawan Ajie Sukarno²

^{1,2}Politeknik Manufaktur Bandung; Jl. Kanayakan 21, Bandung 40135; (022) 2500241

Received: 18 Januari 2025

Accepted: 7 Maret 2025

Published: 14 April 2025

Keywords:

Arduino Uno;

SW-420;

sistem peringatan dini;

sensor getaran;

Correspondent Email:

223442034@mhs.polman-

bandung.ac.id

ajie@ae.polman-

bandung.ac.id

Abstrak. Gempa bumi dapat menimbulkan bahaya besar bagi manusia dan menyebabkan kerusakan infrastruktur. Gempa terbagi menjadi gempa tektonik akibat pergeseran lempeng tektonik dan gempa vulkanik akibat aktivitas magma sebelum letusan gunung berapi. Untuk mengurangi risiko, dikembangkan sistem deteksi gempa otomatis menggunakan sensor SW-420, mikrokontroler Arduino Uno, serta buzzer dan LED sebagai alarm. Sensor SW-420 mendeteksi getaran tanah dan mengirimkan data ke Arduino Uno. Jika nilai getaran melampaui ambang batas 6000 (setara 4 Skala Richter), sistem secara otomatis mengaktifkan alarm berupa buzzer dan LED untuk peringatan dini. Data getaran ditampilkan di Serial Monitor Arduino sebagai alat pemantauan. Dengan peringatan cepat, sistem ini diharapkan membantu evakuasi lebih awal, meminimalkan risiko cedera dan kerugian. Sistem dirancang menggunakan metode waterfall, meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, pengkodean, pengujian, dan pemeliharaan. Pengujian menunjukkan sensor mampu mendeteksi perubahan getaran signifikan, seperti lonjakan dari 2655 ke 4932 dalam satu detik. Untuk pengembangan, disarankan menambahkan modul GPS untuk menentukan lokasi gempa secara real-time dan menggunakan sensor yang lebih akurat guna meningkatkan efektivitas mitigasi bencana.

Abstract. Earthquakes can pose great danger to humans and cause damage to infrastructure. Earthquakes are divided into tectonic earthquakes due to tectonic plate shifts and volcanic earthquakes due to magma activity before volcanic eruptions. To reduce the risk, an automatic earthquake detection system using SW-420 sensor, Arduino Uno microcontroller, as well as buzzer and LED as alarm. The SW-420 sensor detects ground vibrations and sends data to the Arduino Uno. If the vibration value exceeds the threshold of 6000 (equivalent to 4 Richter Scale), the system automatically activates the alarm in the form of buzzer and LED for early warning. The vibration data is displayed on the Arduino Serial Monitor as a monitoring tool. With a quick warning, the system is expected to help evacuate early, minimizing the risk of injury and loss. The system is designed using the waterfall method, including requirements analysis, design system, coding, testing, and maintenance. Testing shows the sensor is able to detect significant vibration changes, such as a spike from 2655 to 4932 in one second. For development, it is recommended to add a GPS module to determine the real-time location of the earthquake and use more accurate sensors to improve the effectiveness of disaster mitigation.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang membentang dari sabang hingga merauke dengan ribuan pulau. Secara geografis, Indonesia terletak di pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Samudra Pasifik, sehingga menjadikannya wilayah yang rawan gempa bumi[1]. Dampak negatif dari gempa sangat berbahaya dan menjadi ancaman bagi keselamatan manusia. Gempa sendiri terbagi menjadi dua jenis, yaitu gempa tektonik yang disebabkan oleh pergeseran lempeng tektonik, serta gempa vulkanik yang terjadi akibat aktivitas magma di dalam bumi sebelum terjadinya letusan gunung berapi [2].

Kemajuan teknologi yang semakin cepat mendorong banyak pihak untuk bersaing dalam menciptakan inovasi yang bermanfaat bagi kehidupan manusia, baik saat ini maupun di masa depan. Indonesia, dengan keanekaragaman pulau yang tersebar dari Sabang hingga Merauke, memiliki ribuan pulau[3].

Sistem yang dikembangkan dirancang untuk mendeteksi getaran tanah dan memberikan peringatan melalui sinyal suara dan cahaya. Sensor SW-420 akan mendeteksi getaran signifikan dan mengirimkan data ke mikrokontroler Arduino Uno. Jika getaran melebihi batas yang telah ditetapkan, sistem akan mengaktifkan alarm berupa *buzzer* dan indikator *LED* sebagai peringatan dini. Dengan pemberitahuan yang cepat, sistem ini diharapkan mampu memberikan waktu bagi pengguna untuk melakukan evakuasi, sehingga dapat meminimalkan risiko cedera dan kerugian material.

Dengan adanya alat ini, pengukuran data gempa menjadi lebih mudah, sekaligus menyediakan sistem deteksi getaran gempa yang lebih efektif. Sistem pemantauan gempa bumi membutuhkan sensor yang mudah dipasang dan dapat tersebar luas di berbagai lokasi, sehingga memungkinkan pemantauan yang lebih efektif.

Sensor getar yang digunakan dalam proyek ini memiliki keunggulan tersebut, sehingga proses instalasinya menjadi sederhana dan dapat diaplikasikan di daerah rawan gempa. Berdasarkan pendahuluan diatas dibuatlah sebuah proyek dengan judul “Penerapan

Teknologi Arduino Dalam Pendeteksian Dan Peringatan Gempa Bumi”, maka penulis bermaksud untuk membuat perangkat yang dapat mengukur getaran gempa, tetapi masih memiliki beberapa kekurangan, yaitu terbatasnya pada kemampuan pengelola data untuk melakukan komunikasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arduino UNO

Arduino Uno merupakan sebuah mikrokontroler yang menggunakan ATmega328 sebagai basisnya. Papan ini memiliki 14 pin digital yang dapat digunakan untuk input atau output, dengan 6 pin di antaranya mendukung fungsi *PWM*. Selain itu, tersedia 6 pin untuk input analog. Arduino Uno juga dilengkapi dengan osilator kristal 16 MHz, port USB untuk komunikasi dan pemrograman, jack daya untuk sumber listrik, header ICSP untuk pemrograman langsung, dan tombol reset untuk mengatur ulang papan.. Untuk menggunakannya, cukup menyambungkan Arduino Uno ke *device* melalui kabel *USB* atau menggunakan sumber daya eksternal seperti adaptor *AC-DC* atau baterai[4].

Arduino UNO R3, dirilis pada 2011, adalah versi ketiga Arduino UNO yang menggunakan mikrokontroler Atmega328 dari Atmel. Dengan ukuran sebesar kartu kredit, papan ini dilengkapi input/output (I/O) yang mendukung berbagai proyek elektronik khusus[5].



2.1.1 Arduino UNO

2.2 Arduino IDE

IDE, singkatan dari *Integrated Development Environment* adalah platform terpadu yang digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak. Dirancang khusus untuk membuat, dan mengedit program yang akan diunggah ke board Arduino. Aplikasi ini dibuat untuk memudahkan pengguna, terutama pemula, dalam mengembangkan berbagai aplikasi. Struktur bahasa pemrogramannya sederhana namun tetap lengkap, menjadikannya alat yang ideal untuk belajar dan bereksperimen dengan Arduino[6]. Arduino IDE adalah aplikasi pemrograman khusus untuk mikrokontroler Arduino. IDE merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment*. Aplikasi ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman Java dan memanfaatkan pustaka C++ untuk mempermudah pengoperasian dan implementasi keluaran program[7].



2.2.1 Arduino IDE

2.3 Sensor Modul SW-420

Modul sensor SW-420 berfungsi mendeteksi dan mengukur getaran atau guncangan. Modul ini memiliki sensor berbasis pegas, rangkaian penguat, dan keluaran berupa sinyal digital (tinggi atau rendah) yang berubah sesuai tingkat getaran. Saat terjadi getaran, sensor pegas berubah bentuk, menghasilkan perubahan resistansi yang diubah menjadi sinyal listrik. Sinyal ini diperkuat dan digunakan untuk mendeteksi getaran. Modul SW-420 juga dilengkapi pengaturan sensitivitas, sehingga ambang batas deteksi getaran dapat disesuaikan sesuai kebutuhan[8].



2.3.1 Modul SW-420

2.4 Buzzer

Buzzer adalah perangkat elektronik yang berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi suara melalui getaran. Cara kerjanya serupa dengan loudspeaker, yakni menggunakan kumparan yang terpasang pada diafragma. Ketika listrik mengalir melalui kumparan, kumparan tersebut menjadi elektromagnet yang dapat bergerak mendekati atau menjauhi magnet tetap, bergantung pada arah arus dan polaritas magnet. Gerakan kumparan ini, yang terhubung langsung dengan diafragma, membuat diafragma bergerak bolak-balik, sehingga menciptakan getaran udara yang menghasilkan bunyi[9].



2.4.1 Buzzer

2.5 LCD I2C

LCD, singkatan dari *Liquid Crystal Display* adalah jenis layar yang menggunakan teknologi kristal cair untuk menampilkan gambar atau teks. Mikrokontroler mengirimkan data atau informasi ke *LCD* melalui antarmuka seperti bus *I2C*, yang kemudian diterjemahkan oleh *LCD* menjadi tampilan visual. Proses ini terjadi dengan mengatur intensitas cahaya yang melewati sel-sel kristal cair pada layar, sehingga menghasilkan tampilan yang dapat dilihat dengan jelas [10].



2.5.1 LCD 16x2 i2c

2.6 LED

LED atau *Light Emitting Diode* adalah komponen elektronika yang mampu memancarkan cahaya tunggal ketika diberi tegangan maju. Sebagai bagian dari keluarga dioda, LED dibuat dari bahan semikonduktor. Warna cahaya yang dihasilkan oleh LED bergantung pada jenis bahan semikonduktor yang digunakan[11].



2.6.1 LED

2.7 Fritzing

Fritzing adalah software gratis yang digunakan untuk merancang alat elektronik. Software ini dirancang agar mudah digunakan, oleh orang-orang yang tidak terlalu paham simbol-simbol komponen elektronik. *Fritzing* sudah menyediakan berbagai skema siap pakai untuk mikrokontroler Arduino dan shield-nya. Software ini dibuat khusus untuk membantu merancang dan mendokumentasikan proyek kreatif yang menggunakan Arduino[12].



2.7.1 Fritzing

2.8 Mini Breadboard

Breadboard adalah papan yang digunakan untuk merancang rangkaian elektronik sederhana. Alat ini memungkinkan pembuatan prototipe atau pengujian rangkaian tanpa perlu menyolder komponen. Biasanya, breadboard terbuat dari bahan plastik dan memiliki banyak

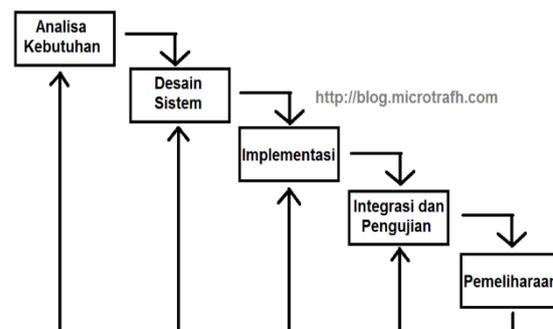
lubang yang telah diatur dalam pola tertentu, sesuai dengan jaringan internalnya. Secara umum, Breadboard yang tersedia di pasaran umumnya terbagi menjadi tiga ukuran: mini, medium, dan large. Mini breadboard biasanya memiliki sekitar 170 titik koneksi. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan jenis mini breadboard.[13].



2.8.1 Mini Breadboard

3. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai oleh penulis dalam pengembangan perangkat lunak adalah metode *waterfall*. Metode *Waterfall* adalah cara mengembangkan perangkat lunak yang dilakukan langkah demi langkah secara berurutan. Dimulai dari memahami kebutuhan pengguna, membuat desain sistem, menulis kode program, melakukan pengujian, hingga merawat sistem setelah selesai dibuat. Setiap langkah harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke langkah berikutnya.



3.1. Gambar Waterfall

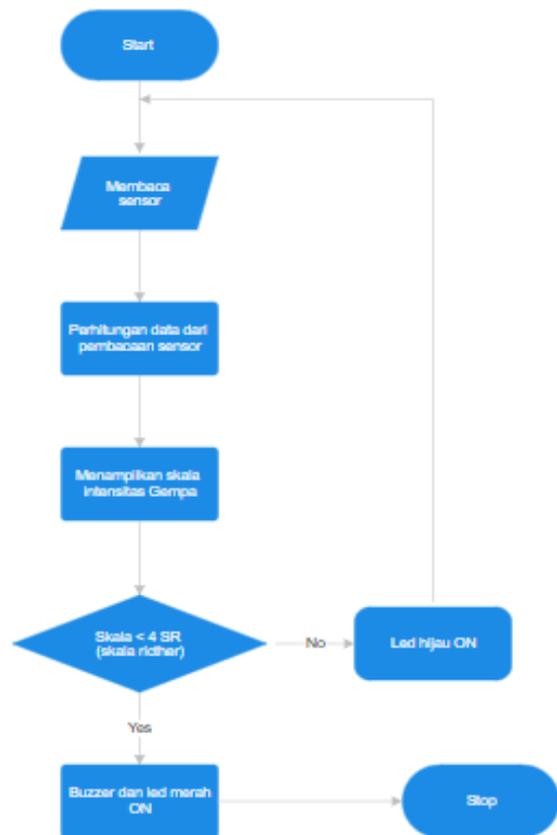
Tahapan yang akan di lakukan pada proyek ini sama seperti gambar pada 3.1 diatas yaitu (1) Analisa kebutuhan merupakan perencanaan awal yang berfokus pada pengumpulan dan Analisa kebutuhan pada perangkat. (2) Desain sistem adalah tahap yang berfokus pada pembuatan gambaran awal yang lengkap tentang sistem sebelum masuk ke tahap pembuatan program atau pengkodean. (3) Tahap Implementasi adalah proses mengubah desain sistem menjadi kode program atau perangkat lunak yang sesungguhnya. Pada tahap ini, para pengembang (programmer) mulai menulis kode program sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya dengan menggunakan bahasa pemrograman yang sesuai dengan kebutuhan sistem.(4) integrasi dan pengujian adalah tahap di mana semua komponen atau modul yang telah dibuat pada tahap implementasi digabungkan menjadi satu kesatuan (integrasi) dan diuji untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah ditentukan sebelumnya. (5) Pemeliharaan merupakan tahap terakhir yang berfokus pada perawatan, perbaikan, dan penyempurnaan sistem setelah perangkat lunak selesai diimplementasikan dan digunakan oleh pengguna. Tahap ini memastikan sistem tetap berjalan dengan baik, bebas dari masalah, dan dapat disesuaikan jika ada kebutuhan baru dari pengguna.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

hasil dari penelitian yang sudah dilakukan dan penjelasan tentang apa arti dari hasil tersebut. Penjelasan ini menghubungkan data yang diperoleh dengan tujuan penelitian dan teori yang mendukung. Selain itu, metode waterfall yang digunakan juga akan dijelaskan, mulai dari tahapan seperti analisis kebutuhan, desain, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan, serta bagaimana setiap tahapan membantu mencapai hasil penelitian ini.

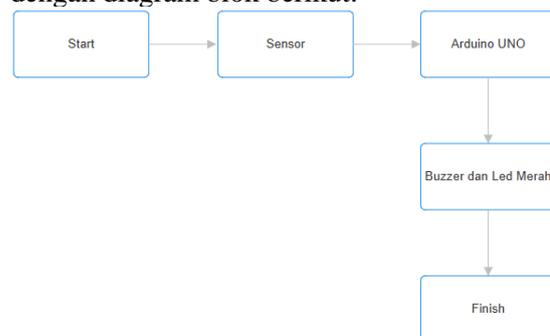
4.1 Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan dapat dilakukan dengan merujuk pada tinjauan pustaka untuk mengidentifikasi alat-alat yang akan digunakan dalam proyek ini, disertai dengan alur kerja yang dijelaskan melalui diagram alir dan *flowchart* berikut:



4.1.1 Gambar *flowchart*

Berdasarkan *flowchart* di atas, kita dapat memahami bahwa cara kerja alat tersebut sesuai dengan diagram blok berikut:



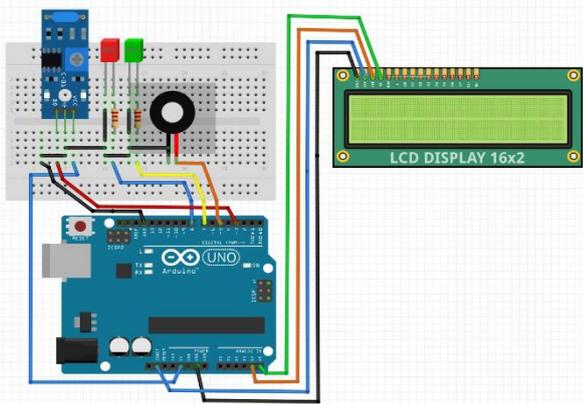
4.1.2 Gambar Diagram blok

Tahap awal perencanaan proyek ini dimulai dengan penggunaan sensor SW-420, yang berfungsi untuk mendeteksi getaran dan mengirimkan sinyal ke Arduino Uno. Apabila getaran yang terdeteksi melampaui batas yang telah ditentukan, sistem akan menghasilkan output berupa *LED* merah yang menyala dan *buzzer* yang berbunyi. Seperti yang terlihat pada gambar diatas.

4.2 Desain Sistem

4.2.1 Perancangan Hardware Alat Secara Keseluruhan

Proses perangkaian dilakukan menggunakan aplikasi Fritzing untuk simulasi. Komponen yang digunakan meliputi Arduino Uno, sensor SW-420, *buzzer*, *LCD I2C*, *LED* merah, dan *LED* hijau. Perancangan ini bertujuan untuk memastikan alat dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 1. Rangkaian Pada aplikasi Fritzing

Keterangan:

1. Pin VCC sensor SW-420 terhubung ke pin 5V Arduino UNO.
2. Pin GND pada sensor terhubung ke GND Arduino UNO.
3. Pin sensor terhubung ke pin 3 Arduino UNO.
4. Pin Positif pada *LED* hijau terhubung ke pin 7 Arduino UNO.
5. Pin positif pada *LED* merah terhubung ke pin 8 Arduino UNO.
6. Pin positif *Buzzer* terhubung ke pin 5 Arduino UNO.
7. Pin VCC pada *LCD I2C* terhubung ke pin 5V Arduino UNO.
8. Pin *SDA* pada *LCD I2C* terhubung ke pin A4 Arduino UNO.
9. Pin *SCL* pada *LCD I2C* terhubung ke pin A5 Arduino UNO.
10. Pin GND pada *LCD I2C*, *Buzzer*, dan *LED* terhubung ke pin GND Arduino UNO.

Jika alat telah sesuai dengan deskripsi di atas, maka alat akan berfungsi sebagaimana

mestinya. Ditandai dengan *buzzer* dan *LED* merah yang akan menyala jika getaran melebihi batas skala yang telah di tentukan, dan *LED* hijau yang menyala jika getaran tidak melebihi batas skala yang di tentukan yaitu <4 SR (skala ritcher).

Berikut adalah kode program untuk alat pendeteksi gempa yang dibuat menggunakan aplikasi Arduino IDE.

```

1  #include <Wire.h>
2  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3
4  // Pin ke Arduino
5  int PinAlarm = 5;
6  int PinGetar = 3;
7  int ledRed = 8;
8  int ledGreen = 7;
9
10 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
11
12 void setup() {
13   Serial.begin(9600);
14   pinMode(PinAlarm, OUTPUT);
15   pinMode(PinGetar, INPUT);
16   pinMode(ledRed, OUTPUT);
17   pinMode(ledGreen, OUTPUT);
18
19   // Inisialisasi LCD
20   lcd.init();
21   lcd.backlight();
22   lcd.clear();
23   lcd.print("System Ready");
24   delay(2000);
25   lcd.clear();
26 }
27
28 void loop() {
29   long nilaigetar = nilai();
30   Serial.print(nilaigetar);
31
32   if (nilaigetar == 0) {
33     // Ketika tidak ada getaran
34     Serial.println(nilaigetar);
35     Serial.println("tidak ada getaran");
36     digitalWrite(PinAlarm, LOW);
37     digitalWrite(ledRed, LOW);
38     digitalWrite(ledGreen, HIGH);
39

```

```

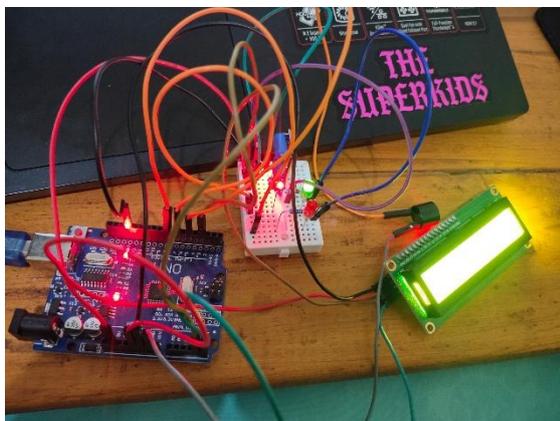
39
40 lcd.clear();
41 lcd.setCursor(0, 0);
42 lcd.print("No Vibration");
43 } else if (nilaigetar > 15000) {
44 // Ketika Getaran tinggi
45 Serial.println(nilaigetar);
46 Serial.println("getaran tinggi");
47 digitalWrite(PinAlarm, HIGH);
48 digitalWrite(ledRed, HIGH);
49 digitalWrite(ledGreen, LOW);
50
51 lcd.clear();
52 lcd.setCursor(0, 0);
53 lcd.print("High Vibration");
54 lcd.setCursor(0, 1);
55 lcd.print("Value: ");
56 lcd.print(nilaigetar);
57 } else {
58 // Ketika Getaran rendah
59 Serial.println(nilaigetar);
60 Serial.println("getaran rendah");
61 digitalWrite(PinAlarm, LOW);
62 digitalWrite(ledRed, LOW);
63 digitalWrite(ledGreen, HIGH);
64
65 lcd.clear();
66 lcd.setCursor(0, 0);
67 lcd.print("Low Vibration");
68 lcd.setCursor(0, 1);
69 lcd.print("Value: ");
70 lcd.print(nilaigetar);
71 }
72
73 delay(10);
74 Serial.println("");
75 }
76
77 long nilai() {
78 delay(250);
79 long nilaigetar = pulseIn(PinGetar, HIGH);
80 return nilaigetar;
81 }
82

```

4.3 Implementasi dan hasil Pengujian

4.3.1 Pengujian secara keseluruhan

Pengujian menyeluruh sistem dilakukan setelah setiap komponen pada sistem deteksi gempa selesai diuji. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan cara kerja sistem deteksi gempa yang menggunakan sensor getaran SW-420 berbasis mikrokontroler Arduino sudah sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.



Gambar 2. Rangkaian keseluruhan alat Berdasarkan data yang diperoleh dari beberapa pengujian, dapat disimpulkan bahwa setiap

gerakan yang dihasilkan menunjukkan nilai yang berbeda-beda, tergantung pada kecepatan gerakan yang diterapkan. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

```

Time: 00:00:32 | Nilai getar: 2110
Getaran: 2110

Time: 00:00:33 | Nilai getar: 2655
Getaran: 2655

Time: 00:00:34 | Nilai getar: 4932
Getaran: 4932

Time: 00:00:34 | Nilai getar: 1862
Getaran: 1862

Time: 00:00:34 | Nilai getar: 3326
Getaran: 3326

```

Gambar 3. Nilai serial monitor

Pada gambar 3, dapat kita lihat pada jam 00, menit 00, detik 32 sampai detik 34 perubahan getaran yang terjadi di kisaran 2000- 4000 atau 3 SR, Nilai tersebut akan mengalami perubahan ketika diberikan getaran, di mana besarnya akan beradaptasi sesuai dengan kecepatan dan intensitas getaran yang diterapkan. Terutama ketika pergantian detik dari jam 00, menit 00, detik 33 menuju detik 34, terjadi lonjakan getaran dari 2655 menjadi 4932. Hal ini menunjukkan bahwa getaran dapat berubah dengan sangat cepat, dan perubahan tersebut sangat dipengaruhi oleh intensitas serta kecepatan getaran yang diterima oleh sensor. Pada data yang diperoleh, menunjukkan bahwa getaran yang terdeteksi oleh alat di lokasi uji masih tergolong normal dan tidak berpotensi menimbulkan bahaya gempa. Namun, apabila serial perhitungan mencapai angka lebih dari 6000 atau setara dengan 4 Skala Richter (SR), getaran yang terjadi berpotensi menimbulkan gempa.

4.4 Pemeliharaan

Pada alat pendeteksi gempa bumi ini, pemeliharaan dapat dilakukan dengan cara memeriksa setiap komponen secara berkala, seperti sensor SW-420, LED, buzzer, dan LCD I2C. Selain itu, Arduino Uno yang digunakan juga perlu diperiksa untuk memastikan apakah masih dapat mengeluarkan output yang diharapkan atau sudah mengalami kerusakan.

5. KESIMPULAN

- a. Berdasarkan penjelasan yang terdapat pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi gempa otomatis yang berbasis mikrokontroler Arduino Uno dan sensor SW-420 bekerja dengan cara mendeteksi getaran yang terjadi saat gempa. Getaran yang terdeteksi oleh sensor kemudian direkam dan dikirimkan ke mikrokontroler Arduino. Mikrokontroler Arduino akan menampilkan data getaran tersebut pada Serial Monitor dalam bentuk angka. Data yang telah dihasilkan kemudian akan diproses lebih lanjut oleh mikrokontroler Arduino.
- b. Mikrokontroler atau pemberi perintah disetting untuk mengaktifkan buzzer dan LED ketika gelombang getaran mencapai angka 6000 atau setara dengan 4 Skala Richter (SR). Hal ini dilakukan untuk memberikan peringatan apabila getaran yang terdeteksi menunjukkan potensi gempa dengan kekuatan yang cukup besar, yang dapat menimbulkan bahaya. Mikrokontroler akan memproses data dari sensor SW-420, dan jika nilai getaran melebihi ambang batas yang telah ditentukan, buzzer dan LED akan diaktifkan sebagai tanda peringatan.

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijelaskan dalam dua poin di atas, saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan sensor yang lebih tepat dan akurat, serta menambahkan fitur pada alat pendeteksi gempa otomatis. Salah satu fitur yang dapat ditambahkan adalah modul GPS, yang memungkinkan alat untuk menentukan lokasi secara tepat. Memberikan kemudahan dalam pemantauan dan respons cepat terhadap potensi bencana gempa yang terjadi.

6 UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada kedua orang tua atas doa, dukungan, dan

motivasi yang tak pernah putus. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada rekan-rekan yang telah memberikan saran, masukan, serta dukungan selama berlangsungnya penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan sesuai dengan waktu yang direncanakan. Semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi dorongan untuk penelitian-penelitian berikutnya.

7 DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. S. Bengi, S. Syamsul, and N. Nasri, "Prototype Sistem Pendeteksi Gempa Bumi Dan Peringatan Dini Berbasis Internet of Things," *J. TEKTR0*, vol. 8, no. 1, pp. 138–144, 2024.
- [2] N. Kristanto, "Perancangan Sistem Informasi Pendeteksi Gempa Berbasis Internet of Things Di Universitas Tarumanagara," *SIBATIK J. J. Ilm. Bid. Sos. Ekon. Budaya, Teknol. dan Pendidik.*, vol. 2, no. 2, pp. 609–622, 2023, doi: 10.54443/sibatik.v2i2.589.
- [3] P. Harahap, B. Oktrialdi, and R. F. Siregar, "Implementasi Alat Pendeteksi Gempa Berbasis Arduino Uno dengan Memanfaatkan Sensor Getar (Vibration)," *Semin. Nas. Tek. Elektro*, 2023.
- [4] N. Nurlaila, S. Paembonan, and R. Suppa, "Rancang Pendeteksian Kecepatan Kendaraan Berbasis Arduino," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4771.
- [5] R. Arrahman, "Rancang Bangun Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3," *J. Portal Data*, vol. 2, no. 2, pp. 1–14, 2022, [Online]. Available: <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/78>
- [6] Nonik Silvia Agustin, K. Joni, Diana Rahmawati, and A. K. Saputro, "Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung Pada Tanaman Padi Berbasis Mikrokontroler," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 2–3, 2021.
- [7] R. Rismawati, S. Paembonan, and R. Suppa, "Rancang Bangun Keamanan Pintu Otomatis Menggunakan E-Ktp Berbasis Arduino Uno," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4745.
- [8] E. Tenda, Eric Alfonsius, Megastin M. Lumembang, and Eliasta Ketaren, "EARLY WARNING SYSTEM UNTUK POTENSI BENCANA LONGSOR DIKOTA MANADO BERBASIS INTERNET OF

- THINGS,” *J. TIMES*, vol. 12, no. 2 SE-, pp. 64–70, Dec. 2023, doi: 10.51351/jtm.12.2.2023710.
- [9] I. E. Tsalatsah and N. Ratama, “Otomatisasi Sistem Keamanan Dan Monitoring Pada Pintu Gerbang Rumah Dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Arduino,” vol. 3, no. 1, pp. 10–33, 2024.
- [10] A. Aprilia and T. S. Sollu, “SISTEM MONITORING REALTIME DETAK JANTUNG DAN KADAR OKSIGEN DALAM DARAH PADA MANUSIA BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS),” *Foristek*, vol. 10, no. 2, pp. 341–350, 2021, doi: 10.54757/fs.v10i2.43.
- [11] A. Fragina, D. Notosudjono, and A. Rodiah Machdi, “Perancangan Prototype Monitoring Tinggi Pasang Surut Dan Getaran Di Laut Sebagai Peringatan Dini Tsunami Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Internet of Things (Iot)”.
- [12] F. Z. Teja Ahyar, “Implementasi Sistem Voice Recognition Sebagai Pengendali Lampu Jarak Jauh Berbasis Android,” *J. Ilm. Fak. Tek. LIMIT'S*, vol. 17, no. 1, pp. 18–25, 2021.
- [13] Tri Sulistyorini, Nelly Sofi, and Erma Sova, “Pemanfaatan Nodemcu Esp8266 Berbasis Android (Blynk) Sebagai Alat Alat Mematikan Dan Menghidupkan Lampu,” *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 3, pp. 40–53, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i3.334.