

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM DETEKSI DINI GEMPA BERBASIS SENSOR GETAR DAN IOT DI WILAYAH RAWAN BENGKULU

Nama : Ahmad Bintang Akbar Salsabilla

NPM : 2255201010

Dosen Pembimbing : Dr. Sastya Hendri Wibowo, S.Kom., M.Kom.

Penelitian ini bertujuan merancang sistem deteksi dini gempa bumi berbasis Provinsi Bengkulu merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki tingkat kerawanan gempa bumi yang cukup tinggi karena berada di kawasan pertemuan lempeng tektonik. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya sistem yang mampu memberikan peringatan lebih awal agar masyarakat dapat meningkatkan kewaspadaan ketika terjadi gempa. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem deteksi dini gempa berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan sensor MPU6050 sebagai pendeteksi getaran dan Arduino Uno sebagai pengendali utama sistem. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Waterfall, yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem dibangun menggunakan sensor MPU6050, Arduino Uno, LCD 16×2, LED, dan buzzer. Data percepatan pada sumbu X, Y, dan Z diolah menggunakan perhitungan resultan percepatan untuk memperoleh nilai getaran total. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas sebesar 15 m/s^2 . Jika nilai tersebut terlampaui, sistem akan menampilkan informasi "GEMPA!!!" pada LCD serta mengaktifkan LED dan buzzer sebagai peringatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat membaca perubahan getaran dengan baik dan mampu membedakan kondisi normal dengan kondisi getaran tinggi sesuai nilai ambang yang telah ditentukan. Pada kondisi di bawah 15 m/s^2 , sistem menampilkan status aman dan indikator peringatan tidak aktif. Sebaliknya, ketika nilai percepatan melebihi 15 m/s^2 , LED dan buzzer aktif sebagai tanda peringatan. Dengan demikian, sistem yang dirancang mampu bekerja sesuai fungsinya sebagai prototipe deteksi dini gempa yang sederhana, mudah diterapkan, dan berpotensi dikembangkan lebih lanjut melalui integrasi IoT untuk pemantauan dan pengiriman informasi secara real-time.

Kata kunci: deteksi dini gempa, Arduino Uno, MPU6050, Internet of Things, sensor getaran.

ABSTRACT

DESIGN OF AN 10T- AND VIBRATION SENSOR-BASED EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEM FOR THE EARTHQUAKE-BENGKULU

NAME : Ahmad Bintang Akbar Salsabilla
STUDENT ID : 2255201010
SUPERVISOR : Dr. Sastya Hendri Wibowo, S.Kom., M.Kom.

Bengkulu Province is one of the regions in Indonesia with a relatively high level of earthquake vulnerability due to its location in a tectonic plate boundary zone. This condition highlights the importance of a system capable of providing early warnings so that people can increase their awareness when an earthquake occurs. This study aimed to design and develop an Internet of Things (IoT)- and vibration sensor-based earthquake early warning system using an MPU6050 sensor to detect vibrations and an Arduino Uno as the main system controller. The method used in this study was the Waterfall model, which consists of the stages of requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. The system was developed using an MPU6050 sensor, Arduino Uno, a 16 x 2 LCD, an LED, and a buzzer. Acceleration data along the X, Y, and Z axes were processed using resultant acceleration calculations to obtain the total acceleration value. The measurement results were then compared with a threshold value of 15 m/s². When the measured value exceeded the threshold, the system displayed the message "EARTHQUAKE!!!" on the LCD and activated the LED and buzzer as warning indicators. The test results showed that the system was able to detect changes in vibration effectively and distinguish between normal conditions and high-vibration conditions based on the predetermined threshold value. When the acceleration value was below 15 m/s², the system displayed a safe status and the warning indicators remained inactive. Conversely, when the acceleration value exceeded 15 m/s², the LED and buzzer were activated as warning indicators. Therefore, the developed system functioned as intended as a simple and easy-to-implement prototype for earthquake early warning. The system also has the potential for further development through IoT integration to enable real-time monitoring and information transmission.

Keywords: Earthquake Early Warning, Arduino Uno, MPU6050, Internet of Things, Vibration Sensor

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada era modern berlangsung sangat cepat, sehingga mendorong berbagai pihak untuk mengembangkan maupun menciptakan inovasi baru yang dapat mempermudah aktivitas manusia. Inovasi tersebut mencakup pengembangan perangkat lunak (*software*) maupun perangkat keras (*hardware*) yang dirancang untuk memberikan

Manfaat praktis dalam berbagai bidang. Di sisi lain, gempa bumi masih menjadi permasalahan yang kerap terjadi di Indonesia dan termasuk salah satu sumber utama bencana alam di wilayah tersebut.(Harahap *et al.*, 2023.)

Provinsi Bengkulu berada di kawasan subduksi aktif yang merupakan titik pertemuan antara Lempeng Indo-Australia dan Eurasia, sehingga wilayah ini memiliki tingkat aktivitas seismik yang tinggi. Kajian terbaru mengungkapkan bahwa pesisir barat Sumatra menyimpan potensi gempa megathrust yang besar, sebagai akibat dari akumulasi energi tektonik yang terus berlangsung.(Hadi *et al.*, 2021)

Berdasarkan peta analisis, dapat disimpulkan bahwa tingkat bahaya tsunami di Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah menunjukkan variasi kerentanan. Wilayah dengan risiko paparan tertinggi berada di Kota Bengkulu, khususnya pada arah Barat hingga Barat Laut, dengan indeks mencapai 34,26%. Kondisi ini disebabkan oleh letaknya yang langsung berbatasan dengan Samudera

Hindia. Sebaliknya, kawasan Barat Daya relatif lebih rendah tingkat paparannya karena energi gelombang tsunami cenderung tereduksi atau pecah pada morfologi wilayah yang membentuk semacam selat. Secara umum, tingkat keterpaparan tsunami di Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah termasuk dalam kategori sedang. Faktor utama yang memengaruhi tingkat kerawanan tersebut adalah kedekatan permukiman dengan garis pantai serta ketinggian wilayah yang berkisar antara 0–25 meter di atas permukaan laut. Selain itu, rendahnya tingkat pengetahuan masyarakat, ditambah dampak pandemi Covid-19 yang menghambat proses pendidikan, menyebabkan urgensi peningkatan edukasi mengenai gempa bumi, tsunami, dan upaya mitigasinya menjadi semakin penting, khususnya bagi masyarakat yang tinggal di wilayah rawan bencana. (Fransiska *et al.*, 2022)

Berdasarkan tingkat kerawanan gempa di Bengkulu serta perkembangan teknologi sensor dan *IOT* sejak 2021, perancangan sistem deteksi dini gempa berbasis sensor getar dan *IOT* menjadi solusi yang relevan dan strategis. Sistem yang dirancang diharapkan mampu mendeteksi getaran awal secara *real-time*, mengirimkan data secara cepat melalui jaringan *IOT*, serta memberikan notifikasi dini kepada masyarakat dan instansi terkait. Implementasi sistem ini tidak hanya mendukung mitigasi bencana berbasis teknologi, tetapi juga memperkuat ketahanan daerah terhadap risiko gempa bumi di wilayah rawan Bengkulu.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana merancang serta mengembangkan sistem deteksi dini gempa bumi berbasis *Internet Of Things (IOT)* dengan memanfaatkan sensor

getar?

2. Bagaimana penerapan sistem monitoring berbasis *IOT* agar data getaran dapat dikirimkan dan dipantau secara *real-time*?
3. Sejauh mana tingkat akurasi sistem dalam membedakan antara getaran gempa dan getaran non-gempa (*noise*)?

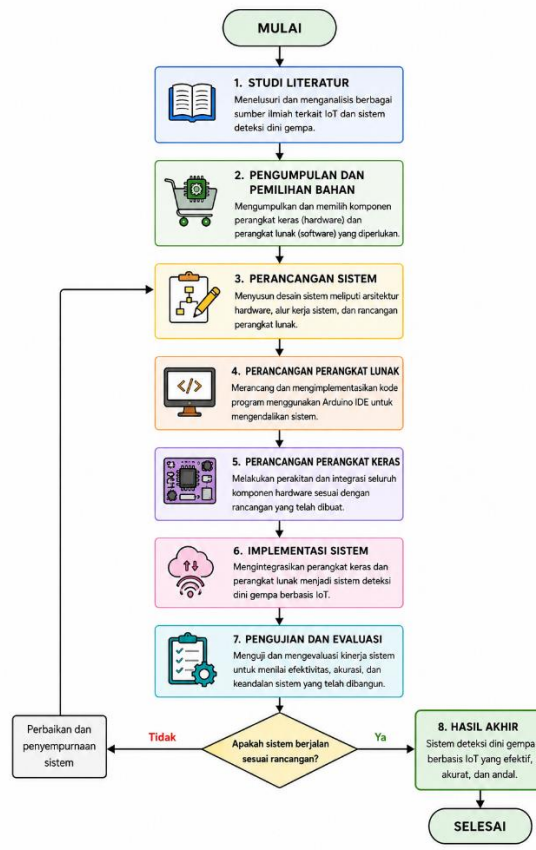
1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengembangkan sistem deteksi dini gempa bumi berbasis *Internet Of Things (IOT)* dengan memanfaatkan sensor getar.
2. Menganalisis performa sensor getar dalam mendeteksi aktivitas getaran tanah.
3. Mengimplementasikan sistem monitoring berbasis *IOT* untuk menyajikan data getaran secara *real-time*.
4. Mengembangkan sistem peringatan dini berupa alarm (buzzer) atau notifikasi ketika terdeteksi getaran dengan potensi gempa.
5. Menguji serta mengevaluasi tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis getaran.

1.4 Framework Penelitian

Framework penelitian yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.1 berikut:



Gambar 1. 1 Framework Penelitian

Framework penelitian pada Gambar 1.1 menggambarkan rangkaian tahapan yang dilakukan dalam pengembangan sistem deteksi dini gempa berbasis *Internet Of Things (IOT)*. Proses penelitian diawali dengan studi literatur yang bertujuan untuk memperoleh pemahaman teoritis mengenai konsep *Internet Of Things (IOT)*, sensor getaran, serta teknologi yang digunakan dalam sistem deteksi dini gempa bumi. Setelah itu, dilakukan tahap pengumpulan dan pemilihan bahan yang mencakup berbagai kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan dalam pembangunan sistem.

Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem yang meliputi penyusunan arsitektur, alur kerja, dan spesifikasi teknis sistem secara keseluruhan.

Berdasarkan rancangan tersebut, dilakukan perancangan perangkat lunak menggunakan Arduino IDE untuk mengembangkan program yang berfungsi membaca data sensor, mengolah informasi, serta mengirimkan data ke pengguna. Setelah perancangan perangkat lunak selesai, dilakukan perancangan perangkat keras melalui proses perakitan dan integrasi komponen sesuai dengan desain yang telah ditetapkan.

Pada tahap implementasi, perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dirancang diintegrasikan menjadi sebuah sistem yang dapat beroperasi secara terpadu. Sistem yang telah selesai dibangun kemudian menjalani proses pengujian dan evaluasi guna mengukur tingkat efektivitas, akurasi, dan keandalannya. Apabila hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem belum memenuhi kriteria yang diharapkan, maka dilakukan perbaikan dan penyempurnaan pada bagian yang diperlukan. Namun, apabila sistem telah berfungsi sesuai dengan rancangan dan memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka diperoleh hasil akhir berupa sistem deteksi dini gempa berbasis *Internet Of Things (IOT)* yang efektif, akurat, dan andal.