

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GEMPA BUMI
SECARA *REAL-TIME* MENGGUNAKAN SENSOR
ACCELEROMETER MPU9250 3-AXIS
BERBASIS IoT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar

Sarjana Sains



Oleh:

**MIFTAHURRAHMAN ALPABA
NIM. 19034069/2019**

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2025**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun Alat Pendetekpsi Gempa Bumi Secara
Real Time Menggunakan Sensor Accelerometer MPU9250
3-Axis Berbasis IoT

Nama : Miftahurrahman Alpaba

Nim : 19034069

Program Studi : Fisika

Departemen : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 1 Oktober 2025

Mengetahui:
Ketua Departemen Fisika



Prof. Dr. Asrizal, M.Si.
NIP.196606031992031001

Disetujui oleh:
Pembimbing

Prof. Pakhrur Razi, M.Si., Ph.D.
NIP. 19790812200604003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Miftahurrahman Alpaba
NIM : 19034069
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GEMPA BUMI SECARA *REAL-TIME* MENGGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER MPU9250 3-AXIS BERBASIS IoT

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi ini di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 8 September 2025

Tim Penguji

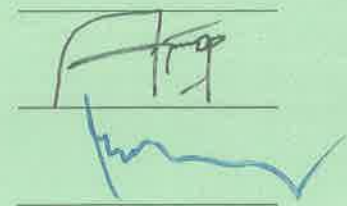
Nama

Tanda Tangan

Ketua : Prof. Pakhrur Razi, M.Si., Ph.D.

Anggota : Prof. Dr. Asrizal, M.Si

Anggota : Dr. Harman Amir, M.Si.

The image shows two handwritten signatures in blue ink. The first signature is for Prof. Pakhrur Razi, and the second is for Prof. Dr. Asrizal. They are written on horizontal lines.

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gempa Bumi Secara Real-time Menggunakan Sensor Accelerometer MPU9250 3-Axis”, adalah asli karya saya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya, tanpa bantuan dari pihak lain kecuali pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 8 September 2025

Yang Membuat pernyataan,



Miftahurrahman Alpaba

NIM. 19034069

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gempa Bumi Secara *Real-time* Menggunakan Sensor Accelerometer MPU9250 3-Axis

Miftahurrahman Alpaba

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik tertinggi di dunia akibat pertemuan beberapa lempeng tektonik, sehingga masyarakatnya sangat rentan terhadap dampak gempa bumi. Sistem peringatan dini yang ada umumnya menggunakan seismograf yang mahal dan kompleks sehingga sulit diaplikasikan pada tingkat rumah tangga atau bangunan publik. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat pendeteksi gempa bumi secara *real-time* berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor accelerometer MPU9250 3-axis sebagai solusi alternatif yang lebih praktis dan terjangkau. Alat ini dirancang untuk mengukur percepatan tanah maksimum (*Peak Ground Acceleration/PGA*) pada tiga sumbu sekaligus (vertikal dan horizontal), kemudian mengonversi data tersebut ke Skala Intensitas Modified Mercalli (MMI). Sistem terdiri atas mikrokontroler Arduino Mega 2560 terintegrasi ESP8266, Liquid Crystal Display (LCD) untuk menampilkan intensitas gempa, *buzzer* dan speaker sebagai alarm peringatan, serta aplikasi *smartphone* yang menerima notifikasi sesuai tingkat intensitas gempa.

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor accelerometer terhadap accelerograph standar BMKG untuk nilai PGA. Hasil penelitian menunjukkan alat memiliki tingkat ketepatan pengukuran PGA sebesar 71,2% dan mampu memberikan peringatan cepat, akurat, dan *real-time* melalui *smartphone*. Kedepannya integrasi sistem ini memungkinkan deteksi getaran seismik sekaligus pemantauan fluktuasi medan magnet bumi yang berpotensi digunakan sebagai indikator tambahan terjadinya gempa bumi. Dengan demikian, alat ini diharapkan dapat mendukung upaya mitigasi bencana gempa bumi di Indonesia melalui penyediaan informasi dini yang lebih cepat, terjangkau, dan mudah digunakan oleh masyarakat.

Kata Kunci: Pendeteksi Gempa Bumi, MPU9250, *Peak Ground Acceleration*, IoT, Arduino Mega 2560

Design of a *Real-time* Earthquake Detection Device Using the MPU9250 3-Axis Accelerometer

Miftahurrahman Alpaba

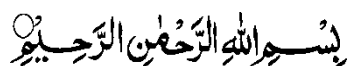
ABSTRACT

Indonesia is one of the countries with the highest seismic activity in the world due to the convergence of several tectonic plates, making its population highly vulnerable to the impacts of earthquakes. Existing early warning systems generally rely on seismographs that are expensive and complex, making them difficult to implement at the household or public building level. This study aims to design and develop a *real-time* earthquake detection device based on the Internet of Things (IoT) using the MPU9250 3-axis accelerometer as a more practical and affordable alternative. The device is designed to measure Peak Ground Acceleration (PGA) on three axes simultaneously (vertical and horizontal) and convert the data into the Modified Mercalli Intensity (MMI) scale. The system consists of an Arduino Mega 2560 microcontroller integrated with ESP8266, a Liquid Crystal Display (LCD) to display earthquake intensity, a *buzzer* and speakers as alarm indicators, and a *smartphone* application that receives notifications according to the intensity level.

Testing was carried out by comparing the accelerometer sensor measurements with a BMKG-standard accelerograph for PGA values. The results show that the device achieves a PGA measurement accuracy of 71.2% and is capable of providing fast, accurate, and *real-time* alerts via *smartphone*. In the future, this system's integration also enables seismic vibration detection alongside monitoring of Earth's magnetic field fluctuations, which has the potential to be used as an additional indicator of earthquake occurrence. Thus, this device is expected to support earthquake disaster mitigation efforts in Indonesia by providing faster, more affordable, and user-friendly early warning information.

Keywords: Earthquake Detector, MPU9250, Peak Ground Acceleration, IoT, Arduino Mega 2560

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan hidayah-Nya pada peneliti sehingga skripsi dapat diselesaikan. Sebagai judul penelitian adalah “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gempa Bumi Secara *Real-time* Menggunakan Sensor *Accelerometer* MPU9250 3-Axis Berbasis IoT”. Skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan kepada peneliti, terutama kepada :

1. Bapak Prof. Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si, Ph.D. sebagai Pembimbing atas segala bantuannya yang tulus ikhlas memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Asrizal, M.Si. sebagai Kepala Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Dr. Harman Amir, M.Si. sebagai Ketua Program Studi Fisika Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
4. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Seluruh keluarga tercinta atas doa dan motivasinya baik secara materil maupun spiritual.
7. Rekan-rekan mahasiswa Departemen Fisika FMIPA UNP khususnya Fisika angkatan 2019 yang telah membantu berjuang hingga akhir dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Peneliti menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih terdapat kelemahan, kekurangan dan kesalahan. Untuk itu peneliti mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Peneliti berharap mudah-mudahan skripsi ini berguna bagi pembaca semua.

Padang, Februari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN SKRIPSI	i
PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah.....	6
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN TEORI.....	9
A. Penelitian Terdahulu	9
B. Konsep Gempa Bumi	11
1. Definisi, Klasifikasi dan Karakteristik Gempa Bumi.....	11
2. Gelombang Seismik.....	12
3. Parameter Gempa Bumi	17
C. Sistem Elektronika dalam Alat Pendeteksi Gempa Bumi.....	23
1. Sensor <i>Accelerometer</i> MPU9250	23

2. Arduino Mega 2560 Built in ESP8266.....	25
3. Sistem Peringatan Dini	26
4. Internet of Things	28
5. Digital Low Pass Filter (DLPF)	30
6. Penyimpanan Data.....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	32
A. Waktu dan Tempat Penelitian	32
B. Instrumen Penelitian.....	32
C. Jenis Penelitian.....	34
D. Data dan Variabel Penelitian.....	35
1. Data Penelitian.....	35
2. Variabel Penelitian	35
E. Prosedur Penelitian.....	36
1. Ide-ide dan Kejelasan Tugas	36
2. Konseptual Rancangan	37
3. Susunan Geometri dan Fungsi.....	37
4. Rancangan Detail.....	38
5. Pembuatan Alat/Prototype	41
6. Pengujian Akhir	43
F. Teknik Pengumpulan Data.....	43
G. Teknik Analisis Data.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
A. Hasil Penelitian	48
1. Spesifikasi Performansi Alat Pendeteksi Gempa	49
2. Spesifikasi Desain Sistem.....	53
B. Pembahasan.....	63

BAB V PENUTUP.....	69
A. Kesimpulan	69
B. Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Perambatan Gelombang P	14
Gambar 2. Perambatan Gelombang S	15
Gambar 3. Perambatan Gelombang Rayleigh.....	16
Gambar 4. Perambatan Gelombang Love	17
Gambar 5. Sensor <i>Accelerometer</i> MPU9250	24
Gambar 6. Arduino Mega 2560 Terintegrasi ESP8266.....	26
Gambar 7. LCD 2x16.....	27
Gambar 8. <i>Buzzer</i>	28
Gambar 9. Speaker	28
Gambar 10. Modul Micro SD	31
Gambar 11. Memory Card	31
Gambar 12. Tahapan Penelitian Rekayasa	34
Gambar 13. Diagram Blok Sistem Pendeteksi Gempa	38
Gambar 14. Diagram Alir PGA.....	39
Gambar 15. Desain Sistem Pendeteksi Gempa	41
Gambar 16. Skema Rangkaian Elektornika Alat.....	50
Gambar 17. Layout PCB	51
Gambar 18. (a) Tampak Dalam Keseluruhan Alat, dan (b) Tampak Atas Keseluruhan Alat.....	51
Gambar 19. Interface Aplikasi	52
Gambar 20. Hasil Pengujian LCD dalam 3 kondisi	56

Gambar 21. Data Akselerograf 3 Sumbu milik BMKG	58
Gambar 22. Grafik PGA sumbu X pada alat yang dikembangkan	59

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Skala Intensitas.....	20
Tabel 2. Nilai Konversi	22
Tabel 3. Spesifikasi Sensor Akselerometer MPU9250	24
Tabel 4. <i>Software</i> (Perangkat Lunak)	32
Tabel 5. Komponen Perangkat Keras	32
Tabel 6. Instrumen Alat Ukur.....	33
Tabel 7. Pengujian Buzzer.....	44
Tabel 8. Pengujian LED	45
Tabel 9. Tabel Pengujian LCD	45
Tabel 10. Tabel Data Pengujian Range Jaringan Nirkabel (wifi).....	46
Tabel 11. Karakteristik Rentang Keluaran Digital dan Nilai PGA	53
Tabel 12. Pengujian Komponen buzzer	54
Tabel 13. Pengujian Komponen LCD	55
Tabel 14. Pengujian LED	56
Tabel 15. Tabel Pengujian Wifi	57

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gempa bumi merupakan suatu peristiwa rambatan getaran yang disebabkan oleh pergerakan yang berada di permukaan bumi sehingga melepaskan energi secara tiba-tiba (Bahri & Mungkin, 2019). Kondisi ideal yang diharapkan adalah risiko korban jiwa dan kerugian material akibat gempa bumi dapat ditekan seminimal mungkin bahkan tidak terjadi, sesuai amanat Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana yang mengutamakan mitigasi bencana. Namun pada kenyataannya, berdasarkan letak geografis, negara Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdapat 3 pertemuan lempeng tektonik di sekitarnya. Lempeng-lempeng tersebut adalah pertemuan lempeng tektonik yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Indo-Australia (Sabtaji, 2020). Pertemuan lempeng-lempeng ini salah satu pemicu pergerakan atau gesekan antara lempeng tektonik sehingga menimbulkan tekanan dan ketegangan pada batuan yang pada akhirnya melepaskan energi dalam bentuk gelombang seismik (Razi, 2010). Selain itu, Kepulauan Indonesia lokasinya berada di cincin api dunia (ring of fire) yang menjadikannya banyak gunung berapi yang masih aktif dan berpotensi akan terjadinya gempa vulkanik (Bahri & Mungkin, 2019). Hal-hal tersebut menjadikan Indonesia sebagai negara dengan tingkat aktivitas gempa bumi terbanyak di dunia sehingga sangat rawan terjadi gempa bumi baik dikarenakan oleh gempa tektonik ataupun oleh gempa vulkanik.

Dalam periode 2000-2021 telah banyak tercatat gempa yang terjadi di Indonesia. Terutama pada tahun 2022 lalu, Badan Geologi mencatat telah terjadi sebanyak 26 kejadian gempa bumi merusak di Indonesia, artinya kejadian gempa tersebut telah mengakibatkan terjadinya korban jiwa, kerusakan bangunan, kerusakan lingkungan dan kerugian harta benda. Kejadian gempa bumi tahun 2022 diawali dengan gempa bumi di Halmahera, Provinsi Maluku Utara tanggal 10 Januari 2022 dan diakhiri oleh kejadian gempa bumi Kuningan, Provinsi Jawa Barat pada tanggal 22 Desember 2022. Kejadian gempa bumi tersebut mengakibatkan jumlah korban jiwa 663 orang meninggal dan 1.563 orang luka-luka. Selama tahun 2022 kejadian gempa bumi yang mengakibatkan dampak besar adalah gempa bumi Cianjur tanggal 21 November 2022 dengan magnitudo (M 5,6), episentrum terletak di darat pada kedalaman 10 Km. Kejadian gempa bumi Cianjur mengakibatkan 635 meninggal dan 1.083 orang luka-luka. Kejadian gempa ini juga merusak banyak bangunan, lingkungan dan kerugian harta benda (Pribadi, 2023).

Salah satu problem tentang gempa bumi hingga kini adalah waktu, kekuatan/besar guncangan serta frekuensi kejadiannya yang tidak dapat diprediksi. Sampai saat ini, manusia hanya dapat memprediksi daerah-daerah yang rawan akan bencana gempa bumi (Bahri & Mungkin, 2019). Jika terjadi gempa secara dadakan tentu ini sangat membahayakan untuk masyarakat yang tinggal di sekitar bangunan-bangunan tinggi atau masyarakat yang berada di dalam bangunan seperti gedung-gedung perkantoran, apartemen, rumah sakit, perpustakaan, pusat perbelanjaan atau hotel. Bahkan juga berpotensi banyak korban yang akan berjatuh serta luka-luka.

Untuk mencoba menyelesaikan permasalahan tersebut dibutuhkan sistem peringatan dini yang mampu memberikan informasi cepat dan akurat kepada masyarakat sehingga langkah penyelamatan diri dapat dilakukan secara tepat waktu. Alat yang dapat memungkinkan pendeteksian gelombang seismik yang diakibatkan oleh gempa bumi yaitu seismograf. Seismograf adalah alat atau sensor getaran yang dapat mengetahui atau merekam gelombang seismik yang dilepaskan ketika gempa terjadi. Saat ini di Indonesia telah terpasang sebanyak 411 sensor dalam Jaringan Sistem Monitoring Gempa, di akhir tahun 2021 terdapat penambahan sebanyak 17 sensor gempa sehingga jumlah sensor gempa saat ini berjumlah 428 sensor (Putratama, 2021). Sensor ini sensitif terhadap getaran atau gelombang seismik yang dihasilkan oleh gempa dan dapat merekam gelombang seismik berupa garis-garis bergelombang. Akan tetapi, seismograf kurang efisien untuk diletakkan di gedung perkantoran atau di rumah dikarenakan harganya yang relatif mahal dan peralatannya yang kompleks (Priyadi et al., 2021). Selain karena harga dan peralatan seismograf yang kompleks, seismograf juga hanya mendeteksi atau merekam pergerakan gempa bumi tanpa adanya suatu informasi dan peringatan ketika terjadi gempa. Oleh sebab itu, dibutuhkan alat pendeteksi gempa yang dapat memberikan pemberitahuan dan informasi secara *real-time* ketika terjadinya gempa bumi agar masyarakat di lingkungan sekitar dapat dengan sigap menyelamatkan dan mengambil langkah untuk melindungi diri ataupun untuk membantu masyarakat lain dalam melakukan pengevakuasian gempa.

Beberapa peneliti sebelumnya telah mencoba membuat alat pendeteksi gempa yang bertujuan untuk mengatasi masalah dalam pemberitahuan terjadinya gempa secara langsung. Di antara penelitian yang telah dilakukan yaitu tahun 2017 (Agung, 2017) merancang sistem pendeteksi gempa bumi berbasis arduino dengan sensor induksi elektromagnetik. Alat pendeteksi gempa ini menggunakan sistem magnet permanen dan lilitan kawat sehingga membolehkan alat ini bergerak secara vertikal untuk mendeteksi getaran. Akan tetapi, sensor magnet ini membutuhkan banyak lilitan kawat untuk meningkatkan tegangan dari sensor dan belum dilengkapi dengan pencatatan gempa yang akan terjadi. Sementara itu, Abdul Chalik Nasution (Chalik et al., 2018) merancang pendeteksi gempa berprinsip ayunan pendulum. Pendeteksi ini telah menggunakan Liquid Crystal display sebagai indikator. Akan tetapi masih membutuhkan pencatatan gempa secara *real-time*. Di tahun 2022 Nikmah Millatul Khair mengembangkan alat pendeteksi gempa yang dapat mencatat gempa secara *real-time* dan mampu menginformasikan langsung adanya gempa berdasarkan keluaran tegangan oleh sensor. Namun, alat ini hanya mampu mendeteksi gempa dengan gelombang seismik hanya 1 arah yaitu arah vertikal dan belum mampu mengukur kekuatan gempa yang sedang terjadi.

Sehubungan dengan itu, penelitian ini akan mengembangkan suatu alat pendeteksi gelombang seismik hasil dari gempa yang mengintegrasikan pencatatan gempa secara *real-time* berbasis internet of things serta dilengkapi dengan sistem alarm menggunakan sensor getaran yakni sensor *accelerometer* MPU9250. Sensor ini dapat mendeteksi gelombang seismik arah vertikal

sekaligus mendeteksi gelombang seismik horizontal atau arah East-West (HNE) dan arah North-South (HNN). Sensor ini juga memiliki fungsi lain yaitu mampu mendeteksi fluktuasi medan magnet yang berguna sebagai pendeteksi dini gempa. Data keluaran dari sensor tersebut berupa tegangan dan percepatan yang akan dikonversikan ke Skala Mercalli. Besarnya intensitas gempa dalam Skala Mercalli akan ditampilkan melalui Liquid Crystal Display (LCD) yang terbagi ke dalam tiga tingkatan gempa. Selain itu, *buzzer*, *speaker* dan alarm peringatan dari *smartphone* berbasis IoT digunakan sebagai indikator tingkatan gempa. Jika dalam Skala Mercalli hanya dirasakan gempa dengan benda di sekitar bergetar ringan maka *buzzer* yang terletak di rangkaian akan berbunyi kemudian notifikasi ke *smartphone*. Jika dalam Skala Mercalli level gempa dapat menggetarkan benda (kuat) atau bahkan berpotensi merobohkan bangunan di sekitar ruangan (gempa kuat) maka *speaker* akan menyala dan akan mengirimkan notifikasi alarm peringatan waspada gempa ke *smartphone* sesuai dengan tingkatan gempanya melalui teknologi IoT.

Berdasarkan uraian di atas, penulis mengangkat penelitian untuk merancang alat pendeteksi gempa yang tidak membutuhkan biaya yang terlampau mahal. Akan tetapi, memiliki sensitivitas tinggi dalam mendeteksi gempa serta tanggap dalam memberikan informasi terkait kekuatan gempa bumi. Penelitian ini berjudul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gempa Bumi Secara *Real-time* Menggunakan Sensor *Accelerometer* 3-Axis Berbasis IoT”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka identifikasi masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Indonesia merupakan wilayah yang rentan akan gempa bumi
- b. Gempa bumi merupakan bencana alam yang terjadi secara mendadak dan tidak dapat diprediksi pasti kapan waktunya akan terjadi sehingga berpotensi untuk terjadinya kerugian korban jiwa
- c. Kurangnya sistem peringatan dini secara *real-time* tentang gempa bumi pada masyarakat yang tinggal atau berkegiatan di bangunan tinggi, bangunan yang luas ataupun bangunan yang padat penduduk agar tanggap dalam mengevakuasi diri
- d. Alat pendeteksi gempa seperti seismograf yang ada di Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sangat mahal dan berukuran yang tidak *compact* sehingga sulit didapatkan dan juga sulit ditempatkan di rumah-rumah ataupun perkantoran

C. Batasan Masalah

Dari identifikasi masalah di atas, batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Rancang bangun pendeteksi gempa ini menggunakan sistem pengendali Mikrokontroler yakni Arduino Mega 2560+ESP8266
- b. Sensor yang digunakan ialah sensor *accelerometer* MPU9250
- c. Indikator dari sistem alarm atau peringatan dini terjadinya gempa berupa *buzzer*, *speaker*, LCD dan peringatan gempa melalui *smartphone* sesuai dengan tingkatan gempa berdasarkan Skala Mercalli
- d. Perangkat komunikasi hanya terhubung dengan jaringan internet Wi-Fi

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan di latar belakang yang tertulis di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana spesifikasi performansi dari perancangan alat pendeteksi gempa bumi menggunakan sensor *accelerometer* MPU9250 berbasis *Internet of Things*?
- b. Bagaimana spesifikasi desain dari alat pendeteksi gempa bumi menggunakan sensor *accelerometer* MPU9250 berbasis *Internet of Things*?

E. Tujuan Penelitian

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu alat yang dapat mendeteksi gempa bumi secara baik sehingga dapat memberikan informasi kekuatan gempa agar masyarakat dapat tanggap dalam melakukan mitigasi bencana gempa bumi. Namun, secara khusus penelitian ini bertujuan:

- a. Menentukan spesifikasi performansi dari perancangan alat pendeteksi gempa bumi menggunakan sensor *accelerometer* MPU9250 berbasis *Internet of Things*
- b. Menentukan spesifikasi desain dari perancangan alat pendeteksi gempa bumi menggunakan sensor *accelerometer* MPU9250 berbasis *Internet of Things*

F. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat untuk beberapa pihak terutama:

- a. Kelompok Bidang Kajian (KBK) elektronika dan instrumentasi, berguna untuk mengembangkan instrumentasi pada mitigasi bencana gempa bumi berbasis elektronika
- b. Pembaca, untuk menambah pengetahuan dan wawasan mengenai ilmu kajian bidang elektronika dan instrumentasi pada mitigasi bencana berbasis elektronika
- c. Masyarakat, untuk tanggap dalam melakukan mitigasi bencana gempa bumi
- d. Peneliti lain, sebagai referensi untuk melakukan pengembangan penelitian selanjutnya

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data dan pembahasan terhadap alat pendeteksi gempa menggunakan sensor accelerometer MPU9250, dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil kinerja alat pendeteksi gempa berbasis IoT mencakup beberapa yaitu Alat ini dapat mengukur dan memonitoring PGA secara grafik dan angka di ketiga sumbu x (HNE), y (HNN) dan Z (HNZ). Beberapa anomali dapat dideteksi oleh alat dan memiliki kesamaan terhadap accelerograph BMKG
2. Sensor MPU9250 memiliki rentang -2g hingga 2g, sehingga rentan akan noise dan diperlukan filter digital tambahan. Perkembangan pemantauan PGA dapat dilihat melalui aplikasi MIT App Inventor 2
3. Hasil spesifikasi desain alat pendeteksi gempa terdiri atas ketepatan sensor saat mengukur PGA selama 1 jam yang dibandingkan dengan accelerograph BMKG di UNP. Hasil ketepatan selama 1 jam untuk RMS ketiga sumbu adalah 71.2%

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk melakukan pengembangan lebih lanjut pada penggunaan sensor yang lebih baik dengan melakukan kalibrasi secara berkala dan membandingkannya dengan alat standar seperti akselerograf BMKG. Selain itu, penelitian di masa mendatang dapat mempertimbangkan penggunaan sensor dengan teknologi yang lebih mutakhir serta meninjau berbagai faktor lingkungan yang dapat memengaruhi akurasi data. Pemantauan jangka panjang juga perlu dilakukan untuk memastikan stabilitas dan keandalan pengukuran yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Sadi, H. N., Baban, E. N., & Aziz, B. K. (2020). *Introduction to the Seismic Exploration* (1st ed.). University of Sulaimani.
<https://www.researchgate.net/publication/341822769>
- Andriani, D. P., & Fakhriyudha, F. (2019). *Pengembangan Prototipe Sistem untuk Concept Generation pada Perancangan Produk*.
<https://www.researchgate.net/publication/351984724>
- Bahri, Z., & Mungkin, M. (2019). Penggunaan SCR Sebagai Alarm Peringatan Dini Pada Saat Terjadi Gempa Bumi. *Journal of Technology*, 4(3).
- BMKG. (2021). *ANALISIS MAGNET BUMI UNTUK PREKURSOR GEMPABUMI KARANGASEM, BALI*.
- BMKG. (2023). *Pengetahuan Gempa Bumi*. Balai Besar Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika Wilayah III. <https://balai3.denpasar.bmkg.go.id/tentang-gempa>
- BPBD. (2018). *Pengertian Gempa Bumi, Jenis-Jenis, Penyebab, Akibat, dan Cara Menghadapi Gempa Bumi*. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Banda Aceh. <https://bpbd.bandaacehkota.go.id/2018/08/05/pengertian-gempa-bumi-jenis-jenis-penyebab-akibat-dan-cara-menghadapi-gempa-bumi/>
- Chalik, A., Bangun, R., Chalik Nasution, A., & Arifin, J. (2018). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gempa Bumi dengan Ayunan Bandul Berbasis Mikrokontroler ATmega328. In *Journal of Electrical Technology* (Vol. 3, Issue 1).
- Haerudin, N., Alami, F., & Rustadi. (2019). *Mikroseismik, Mikrotremor dan Microearthquake dalam ilmu kebumihan* (1st ed.). Pusaka Media.
- Hamimu, L., Ode Sahiddin, L., & Indrawati. (2017). *Buku Ajar Seismik Refraksi*.
- Hendra, O. :, Suprihatin, S., Prekursor, T., & Bmkg, G. (2021). *ANALISIS MAGNET BUMI UNTUK PREKURSOR GEMPABUMI JAWA TIMUR TANGGAL 22 OKTOBER 2021*.
- Husein, S. (2016). *Bencana Gempabumi*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1112.6808>
- InvenSense. (2016). *MPU-9250 Product Specification Revision 1.1 MPU-9250 Product Specification*.

- Kayal, J. R. (2008). *Microearthquake Seismology and Seismotectonics of South Asia*. Springer.
- Listiyani, N. (2017). Dampak Pertambangan Terhadap Lingkungan Hidup di Kalimantan Selatan Dan Implikasinya Bagi Hak-Hak Warga Negara. *Jurnal Al 'Adl*, 9.
- Lukiyono, & Almufid. (2015). Daktilitas Pada Struktur Balok di Bangunan Tinggi Pada Daerah Rawan Gempa Sesuai Dengan Peraturan SNI1726;2012. *Jurnal Teknik*, 4.
- Mahmood Ali, M. (2020). Experimental methods for science and engineering students: an introduction to the analysis and presentation of data, 2nd edition. *Contemporary Physics*, 61(2), 146–147. <https://doi.org/10.1080/00107514.2020.1756922>
- Permana, U., Triyoso, K., Sanjaya, M., Fisika, J., Sains, F., Teknologi, D., & Kunci, K. (2015). Pengolahan Data Seismik Refleksi 2D Untuk Memetakan Struktur Bawah Permukaan Lapangan X Prabumulih Sumatra Selatan. *ALHAZEN Journal of Physics*, 2(1).
- Pribadi, A. (2023). *Tertinggi Selama 20 Tahun, Badan Geologi Catat 26 Kejadian Gempa Bumi Merusak Sepanjang Tahun 2021*. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/tertinggi-selama-20-tahun-badan-geologi-catat-26-kejadian-gempa-bumi-merusak-sepanjang-tahun-2021>
- Priyadi, I., Hadi, F., Khotimah, S., & Besperi. (2021). Modul Deteksi dan Perekaman Data Gempa berbasis Database Earthquake Intensity (DEI). *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(3), 648. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i3.648>
- Priyana, Y., & Laumal, F. (2018). Development of Earthquake Early Warning System Using ADXL335 Accelerometer. *IEEE*. <https://doi.org/10.31227/osf.io/sq9xr>
- Purwanto. (2019). Variabel Dalam Penelitian Pendidikan. *Jurnal Teknodik*.

- Putratama, R. (2021). *BMKG Pasang Seismograf, Pertajam Kecepatan dan Akurasi*. Badan Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika. <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=36913&lang=ID&tag=press-release>
- Ragil Syofyan, M., & Edial, H. (2019). Estimasi Percepatan Tanah Maksimum Dan Intensitas Gempa di Kota Padang Berdasarkan Skenario Gempabumi di Megathrust Mentawai Menggunakan Metode Deterministik. *Jurnal Buana*, 3(1).
- Rahman, M. N., & Yusfi, M. (2015). Rancang Bangun Sistem Alarm Gempa Bumi Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega 16 Menggunakan Sensor Piezoelektrik. *Jurnal Fisika Unand*, 4(4).
- Rahman, Y., Kamus, Z., Billyanto, R., Pegawai Badan Meteorologi, S., & Geofisika Padang Panjang, dan. (2015). Analisis Sistem Instrumen Intensity Meter P-Alert dan Data Hasil Pengukurannya. In *PILLAR OF PHYSICS* (Vol. 5).
- Razi, P. (2010). Simulasi Penyusupan Lempeng Indo-Australia Ke Lempeng Eurasia di Pantai Barat Sumatera Barat. *Jurnal Saintek*, 11(2).
- Rizki Naldi, A., & Wildian. (2018). Rancang Bangun Sistem Alarm Gempa Bumi Menggunakan Prinsip Gaya Pegas dan Penginderaan Medan Magnetik. *Jurnal Fisika Unand*, 7(4).
- Sabtaji, A. (2020). *Statistik Kejadian Gempa Bumi Tektonik Tiap Provinsi di Wilayah Indonesia Selama 11 Tahun Pengamatan (2009-2019)*. 1(7), 31–46.
- Silitonga, B. (2022). Pengukuran Seismik Dengan Metode HVSR Untuk Pendugaan Bencana Gempa Bumi. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 5(2), 103–111. <https://doi.org/10.54367/jrkms.v5i2.2184>
- Siswanto, Ngatono, & Saputra, S. F. (2022). Prototype Sistem Peringatan Dini Bencana Gempa Bumi dan Tsunami Berbasis Internet of Things. *Jurnal PROSISKO*, Vol 9.
- Soesilo, T. D. (2019). *Ragam dan Prosedur Penelitian Tindakan Judul* (1st ed., Vol. 1). Satya Wacana University Press.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D* (1st ed., Vol. 14). ALFABETA.

- Sunarjo, Gunawan, M. T., & Pribadi, S. (2012). *Gempabumi Edisi Populer* (Masturyono, J. Murjaya, & D. Ngadmanto, Eds.; Edisi II). Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Wahidah, Lepong, P., & Hamdani, D. (2021). *Pengantar Geofisika*. Universitas Mulawarman.
- Yulkifli, Hufri, & Djamal, M. (2011). Desain Sensor Getaran Frekuensi Rendah Berbasis Fluxgate. *J.Oto.Ktrl.Inst (J.Auto.Ctrl.Inst)*, 3(2).
- Yulkifli, Yohandri, Murtiani, & Nofrianto, A. (2018). Development of Digital Archimedes Experiment System Based on Microcontroller for Physics Education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1120(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1120/1/012093>
- Yulyta, R. (2017). *Analisis Prekursor Gempabumi Wilayah Sumatera Barat Berdasarkan Magnetic Data Acquisition System Periode Juli 2016-Maret 2017*. In *Pillar of Physics* (Vol. 10).