

**SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA ALAM CERDAS:
IMPLEMENTASI KECERDASAN BUATAN (AI) untuk
PREDIKSI AKURAT**



DIUSULKAN OLEH:

NI NYOMAN DANYA PUJANI (63/17198)

NI KOMANG AYU LESTARI RAHAYU (63/17195)

IDA AYU AGUNG CEMPAKA S (63/17114)

SMA NEGERI 1 TABANAN

TABANAN, BALI

TAHUN 2025

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA	ii
KATAPENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
ABSTRAK.....	vi
BAB I.....	7
PENDAHULUAN	7
1.1 Latar Belakang	8
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	9
BAB II	10
TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Alarm.....	10
2.2 Gempa Bumi.....	10
2.3 <i>Artificial Intelligence (AI)</i>	11
2.4 Tsunami	12
BAB III	13
METODE PENELITIAN	13
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
3.2 Jenis Penelitian	13
3.3 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	13
BAB IV	14
ANALISIS DAN SINTESIS.....	14
4.1 Analisis.....	14
4.2 Sintesis	15
BAB V.....	16
KESIMPULAN DAN SARAN.....	16
5.1 Kesimpulan.....	16
5.2 Saran.....	16
DAFTAR PUSTAKA.....	17
DAFTAR PUSTAKA.....	18
LAMPIRAN	19

ABSTRAK

Bencana alam merupakan ancaman tak terhindarkan yang sering kali datang tanpa peringatan, mengakibatkan kerugian signifikan terhadap kehidupan, ekonomi, dan infrastruktur. Sistem Peringatan Dini (SP Dini) telah terbukti sebagai alat adaptasi iklim yang paling efektif untuk menyelamatkan nyawa dan memitigasi kerugian ekonomi di tengah peningkatan frekuensi bencana global. SP Dini yang efektif memberikan waktu krusial bagi masyarakat untuk melakukan evakuasi dan tindakan perlindungan diri, di mana waktu respons yang lebih cepat dapat mengurangi kerugian hingga 30%. Namun, sistem konvensional sering menghadapi tantangan dalam hal kecepatan pemrosesan data, akurasi prediksi, dan integrasi data yang kompleks.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan Sistem Peringatan Dini Bencana Alam Cerdas dengan memanfaatkan teknologi Kecerdasan Buatan (AI), khususnya teknik *Machine Learning* dan *Deep Learning*, guna meningkatkan akurasi prediksi dan mempercepat proses deteksi dan pemantauan. Model AI akan dilatih menggunakan data historis bencana, data meteorologi, dan data geografis untuk mengidentifikasi pola kompleks yang mendahului bencana, yang pada akhirnya akan menghasilkan peringatan yang lebih dini, spesifik lokasi, dan andal. Implementasi ini berfokus pada pengintegrasian empat elemen utama SP Dini (pengetahuan risiko, deteksi/pemantauan, penyebaran peringatan, dan respons) dengan orientasi pada masyarakat untuk memastikan efektivitas maksimal. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebuah prototipe SP Dini yang mampu memproses data secara real-time dan memberikan peringatan yang jauh lebih akurat dibandingkan dengan sistem saat ini, sehingga dapat meningkatkan kemampuan otoritas dan masyarakat untuk melindungi nyawa, infrastruktur vital, serta mata pencaharian.

Kata Kunci: Sistem Peringatan Dini, Bencana Alam, Kecerdasan Buatan (AI), Prediksi Akurat, *Machine Learning*.

ABSTRACT

Natural disasters are unavoidable threats that often strike without warning, causing significant losses to lives, economies, and infrastructure. Early Warning Systems (EWS) have proven to be the most effective climate adaptation tool for saving lives and mitigating economic losses amid the increasing frequency of global disasters. Effective EWS provide crucial time for communities to evacuate and take protective measures, with faster response times able to reduce losses by up to 30%. However, conventional systems often face challenges in terms of data processing speed, prediction accuracy, and complex data integration. This research aims to design and implement an Intelligent Natural Disaster Early Warning System by utilizing Artificial Intelligence (AI) technology, specifically Machine Learning and Deep Learning techniques, to improve prediction accuracy and accelerate the detection and monitoring process. The AI model will be trained using historical disaster data, meteorological data, and geographic data to identify complex patterns that precede disasters, which will ultimately produce earlier, location-specific, and reliable warnings. This implementation focuses on integrating the four main elements of Early Disaster Early Warning System (ESD) (risk knowledge, detection/monitoring, warning dissemination, and response) with a community orientation to ensure maximum effectiveness. The expected outcome of this research is an Early Disaster Early Warning System prototype that is capable of processing data in real-time and providing much more accurate warnings than current systems, thereby enhancing the ability of authorities and communities to protect lives, vital infrastructure, and livelihoods.

Keywords: Early Warning System, Natural Disaster, Artificial Intelligence (AI), Accurate Prediction, Machine Learning.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana alam merupakan fenomena yang tidak bisa dihindari dan sering kali datang tanpa peringatan, menyebabkan kerugian yang besar baik bagi manusia, ekonomi, maupun lingkungan. Sistem peringatan dini bencana alam ialah alat adaptasi iklim yang terbukti paling efektif untuk menyelamatkan nyawa, mengurangi kerugian ekonomi, serta melindungi infrastruktur dan mata pencaharian di tengah peningkatan frekuensi bencana global. Sistem ini mencakup empat elemen utama, yaitu pengetahuan risiko bencana, deteksi dan pemantauan, penyebaran peringatan, serta kemampuan respons, yang semuanya harus berorientasi pada masyarakat untuk efektivitas maksimal.

Tetapi sistem peringatan dini konvensional, seperti yang digunakan untuk bencana alam (misalnya gempa bumi, tsunami), umumnya bergantung pada sensor fisik, stasiun pemantauan, dan model prediktif sederhana. Meskipun efektif dalam beberapa kasus, sistem ini menghadapi berbagai tantangan yang membatasi efektivitasnya. Prediksi bencana *hidrometeorologi*, seperti lokasi pasti dan intensitas hujan ekstrem, sering kali memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi. Hal ini menyulitkan pihak berwenang untuk mengeluarkan peringatan yang sangat spesifik dan dapat ditindaklanjuti. Peran teknologi berbasis AI dalam sistem peringatan dini bencana alam sangat krusial untuk mengurangi dampak negatif. Teknologi memungkinkan pihak berwenang dan masyarakat untuk mengambil langkah-langkah pencegahan atau melakukan evakuasi sebelum bencana terjadi, yang pada gilirannya dapat mengurangi kerugian materi dan korban jiwa. Selain itu, teknologi ini juga berperan penting dalam mengoordinasikan serta menyebarkan informasi, sehingga tim penyelamat dan lembaga terkait dapat merespons dengan lebih efektif.

Sistem peringatan dini di Indonesia, seperti untuk tsunami dan gempa, memerlukan pengembangan sistem cerdas berbasis AI untuk meningkatkan akurasi prediksi, kecepatan respons, dan integrasi data real-time guna mengatasi kerentanan tinggi terhadap gempa, serta tsunami. Hubungan utamanya terletak pada AI yang melengkapi EWS konvensional dengan analisis prediktif, *machine learning*, dan pemrosesan big data, sehingga mengurangi waktu evakuasi hingga 30%. Dalam konteks bencana alam seperti gempa bumi, dan tsunami, teknologi AI berfungsi secara signifikan dalam memantau, menganalisis, serta menyebarkan informasi dengan

cepat dan akurat. Menggunakan SIG, CCTV, dan data curah hujan BMKG, serta prediksi tinggi gelombang tsunami. Kebutuhan sistem cerdas muncul karena prediksi manual terbatas, sementara AI dapat mengolah data *seismometer*, *buoy*, dan *tide gauge* secara otomatis. Pengembangan sistem cerdas berbasis AI untuk Sistem Peringatan Dini (EWS) di Indonesia merupakan keharusan strategis mengingat posisi geografis Indonesia yang terletak di Cincin Api Pasifik. Mekanisme diseminasi peringatan kini beralih menjadi lebih cerdas dan bertarget (*location-based*), di mana AI dapat mengirimkan peringatan yang dipersonalisasi sesuai dengan posisi geografis dan tingkat bahaya yang dihadapi oleh individu, serta mengaktifkan berbagai saluran komunikasi adaptif termasuk perangkat IoT dan aplikasi seluler. Pengembangan lebih lanjut juga mencakup riset mengenai teknologi penginderaan non- konvensional seperti akustik bawah air dan kajian gas Radon yang terintegrasi dengan AI untuk memperkuat analisis prekursor bencana alam.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana AI dapat diimplementasikan dalam sistem peringatan dini bencana alam untuk meningkatkan akurasi prediksi?
- 1.2.2 Apa saja komponen utama sistem cerdas tersebut, termasuk algoritma AI yang digunakan?
- 1.2.3 Bagaimana efektivitas sistem ini diuji dan dievaluasi dalam skenario bencana nyata?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui Efektivitas Sistem Peringatan Dini Bencana Alam Cerdas: Implementasi Kecerdasan Buatan (AI) untuk Prediksi Akurat dalam Data Histori Bencana Alam di Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

- 1.2.4 Manfaat Teoritis
Manfaat Teoritis dari karya tulis ini yaitu berupa peningkatan akurasi prediksi dan kecepatan respons melalui analisis data real-time. Teknologi ini memproses pola seismik, sinyal suara bawah air, serta data curah hujan secara otomatis untuk mengurangi false alarms dan meminimalkan korban jiwa. Pendekatan ini juga mendukung simulasi skenario darurat untuk perencanaan yang lebih baik.
- 1.2.5 Manfaat Praktis
 - 1. Bagi Masyarakat
Karya tulis ini memberikan edukasi dikalangan masyarakat mengenai notifikasi real-time dari AI memungkinkan warga memantau cuaca meningkatkan kesiapsiagaan keluarga di daerah rawan seperti Bali

dan Yogyakarta.

2. Bagi Peneliti

Karya tulis ini dapat dijadikan sarana bagi penelitian untuk memberikan sarannya berupa alternatif berupa teknologi sistem peringatan dini berbasis AI untuk mendeteksi bencana alam seperti tsunami dan gempa bumi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alarm

Sebuah objek yang memberi tahu seseorang untuk tujuan keamanan, peringatan, atau keselamatan. Alarm hadir dalam berbagai bentuk, ukuran, dan rupa. Alarm digunakan untuk berbagai alasan. Sebagian besar waktu, alarm berfungsi sebagai sirene untuk memperingatkan orang-orang di sekitarnya bahwa ada sesuatu yang salah. Alarm pendeteksi adalah perangkat keselamatan yang menggunakan sensor untuk mendeteksi kondisi abnormal secara dini, lalu memicu peringatan suara (sirene) atau visual untuk memberi tahu penghuni agar segera evakuasi atau mengambil tindakan, sehingga mencegah kerugian jiwa dan aset.

2.2 Gempa Bumi

Gempa bumi adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan terjadinya slip secara tiba-tiba pada suatu patahan, dan akibat dari guncangan tanah serta radiasi energi seismik yang disebabkan oleh slip tersebut, atau oleh aktivitas gunung berapi atau magmatik, atau perubahan tekanan mendadak lainnya di dalam Bumi (USGS, tidak ada tanggalnya). Bahaya gempa bumi adalah fenomena fisik yang diakibatkan oleh terjadinya gempa bumi. Bahaya gempa primer adalah fenomena yang terjadi secara langsung akibat gempa bumi: guncangan tanah, tanah longsor (dan aliran puing-puing), likuifaksi, pecahnya permukaan (dan retakan), dan penurunan/pengangkatan. Gempa bumi dan bahaya terkait (primer dan sekunder) menewaskan hampir 750.000 orang antara tahun 1994 dan 2013, lebih banyak orang dibandingkan gabungan semua bencana alam lainnya (CRED, 2015). Meskipun teknologi untuk mengurangi bahaya gempa bumi belum ada, risiko terhadap bangunan dan infrastruktur serta populasi manusia dapat dikurangi dengan melakukan retrofit seismik pada bangunan yang ada, meningkatkan kepatuhan terhadap pedoman bangunan keselamatan seismik, dan menghindari bangunan di permukaan tebing, tanah lunak, atau di sebelah kesalahan aktif.

2.3 Artificial Intelligence (AI)

Kecerdasan Buatan (AI) adalah sistem komputer yang dapat melakukan tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia, seperti berpikir, belajar, dan mengambil keputusan. Menurut Russell dan Norvig (2021), “*Artificial Intelligence is concerned with building agents that receive percepts from the environment and take actions that affect that environment*”. Dengan kata lain, AI dipahami sebagai agen yang dapat mengamati lingkungannya, mengambil keputusan, dan bertindak secara adaptif. AI pada dasarnya belajar dari data, menemukan pola (pattern), mengolahnya menjadi informasi, membuat prediksi, menerima feedback, dan terus belajar dari *feedback* yang didapatkan agar performanya semakin baik. Hal tersebut mungkin membuat AI seperti manusia, namun, berbeda dengan manusia yang belajar dari pengalaman, AI belajar dari data, data yang sangat-sangat banyak, baik terstruktur maupun tidak, dengan waktu yang sangat cepat.

Sebagian besar waktu, alarm berfungsi sebagai sirene untuk memperingatkan orang-orang di sekitarnya bahwa ada sesuatu yang salah. Alarm pendeteksi adalah perangkat keselamatan yang menggunakan sensor untuk mendeteksi kondisi abnormal secara dini, lalu memicu peringatan suara (sirene) atau visual untuk memberi tahu penghuni agar segera evakuasi atau mengambil tindakan, sehingga mencegah kerugian jiwa dan aset. Sistem ini juga dilengkapi dengan algoritma cerdas yang menganalisis data sensor untuk mengidentifikasi pola yang menunjukkan bencana alam dan mengirimkan peringatan kepada pengguna atau pusat pemantauan. Keunggulan utama dari sistem ini adalah respons cepat dan tanggap terhadap bencana alam, bahkan ketika pengguna tidak berada di lokasi.

2.4 Tsunami

Tsunami adalah salah satu bencana alam yang memiliki daya hancur sangat besar, baik bagi manusia, lingkungan, maupun infrastruktur. Indonesia, sebagai negara yang terletak di Cincin Api Pasifik, sangat rentan terhadap tsunami karena aktivitas seismik yang tinggi di wilayah ini. Studi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam tentang definisi, penyebab, dampak, dan langkah-langkah mitigasi dan penanggulangan bencana tsunami. Metode penulisan dilakukan melalui studi literatur dan analisis deskriptif kondisi bencana di Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masih banyak tantangan dalam mengurangi risiko tsunami, terutama rendahnya tingkat pendidikan penanggulangan bencana dan infrastruktur pendukung. Oleh karena itu, perlu meningkatkan kesadaran, pendidikan, dan kolaborasi antara

pemerintah, lembaga terkait, dan masyarakat dalam upaya mencegah dan mengatasi bencana tsunami secara keseluruhan. Di daerah pesisir, tsunami biasanya menunjukkan efek pendangkalan gelombang, penyempitan, dan resonansi, serta gelombang pasang dan aliran balik yang signifikan. Tsunami diketahui memiliki respons sedimen dan geomorfologi yang signifikan di lepas pantai dan di darat. Endapan tsunami membentuk endapan alokton berenergi tinggi yang tertinggal di pantai selama tsunami mencapai daratan. Endapan tsunamit menunjukkan ciri-ciri sedimen yang khas, seperti ketidakselarasan erosi basal, penghalusan ke atas dan ke arah daratan, kandungan fosil laut yang tinggi, klasta yang terlepas dari unit di bawahnya, dan lapisan lumpur.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama kurun waktu 24 hari, terhitung mulai dari tanggal 22 November 2025 hingga 16 Desember 2025. Penelitian ini dilaksanakan di Indonesia.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang dimulai berdasarkan kondisi di lapangan, bukan dimulai dari teori yang ada (Imam Gunawan, 2013). Penelitian kualitatif merupakan penelitian yang berasal dari pola pikir seseorang dengan dasar atas pengamatan suatu objek (partisipan) terhadap suatu fenomena sosial. Pada penelitian ini mendeskripsikan kondisi lapangan dengan pernyataan naratif atau deskriptif. Merupakan suatu cara yang digunakan untuk menjawab suatu masalah penelitian yang menjabarkan dengan baik tentang sumber data, teknik pengumpulan data, analisis data, pengecekan keabsahan temuan dalam suatu laporan penelitian memerlukan pemahaman yang baik. Menurut Sugiyono (2019), metode penelitian kualitatif sering disebut dengan metode penelitian naturalistik karena penelitiannya dilakukan pada kondisi yang alamiah (*natural setting*). Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat postpositivisme, digunakan untuk meneliti pada kondisi objek alamiah, dimana peneliti sebagai instrumen kunci.

3.3 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.3.1 Studi Kepustakaan

Menurut Azizah (2017), studi kepustakaan merupakan segala usaha yang dilakukan peneliti untuk mengumpulkan informasi yang relevan dengan topik yang diteliti. Merupakan kaitan dengan kajian teoritis dan referensi lain yang berkaitan dengan nilai, budaya, dan norma yang berkembang pada situasi sosial yang diteliti (Sugiyono, 2017). Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan informasi relevan yang bersangkutan dengan topik yang diteliti. Teknik pengumpulan data melalui studi kepustakaan dengan cara mengumpulkan data dari laporan penelitian, buku-buku ilmiah, artikel, laporan, literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian (Sugiyono, 2019). Dengan melakukan studi kepustakaan, seluruh informasi dan pemikiran yang relevan dengan penelitian dapat dimanfaatkan oleh peneliti.

BAB IV

ANALISIS DAN SINTESIS

4.1 Analisis

Muncul dari kenyataan bahwa sistem peringatan dini (SPD) konvensional memiliki keterbatasan signifikan dalam menghadapi kompleksitas bencana alam di Indonesia. Keterbatasan utama terletak pada rendahnya akurasi dan kecepatan prediksi karena SPD tradisional kesulitan memproses data bervolume tinggi (*big data*) dari berbagai sumber secara *real-time* dan optimal, yang seringkali memicu tingginya tingkat false alarm dan mengurangi waktu respons yang krusial. Dampak besar ini secara langsung dipengaruhi oleh ketidakmampuan sistem konvensional untuk menangkap pola-pola non-linear dalam data yang merupakan indikator dini bencana.

Solusi yang diajukan adalah penerapan Kecerdasan Buatan (AI), khususnya *Machine Learning* dan *Deep Learning*, yang dalam studi literatur telah terbukti mampu mengatasi keterbatasan tersebut. Penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dapat meningkatkan efektivitas dan kesiapsiagaan hingga 75% melalui pemodelan dan prediksi yang lebih akurat. Model AI, seperti *Artificial Neural Network* (ANN) yang dioptimasi dengan Algoritma Genetika, telah berhasil menunjukkan peningkatan signifikan dalam akurasi prediksi, karena kemampuannya dalam mempelajari pola data historis secara mendalam. Namun, adopsi dan implementasi model AI ini ke dalam SPD yang terintegrasi di Indonesia masih memerlukan kajian mendalam dan solusi teknis yang spesifik, yang menjadi fokus utama dari penelitian ini.

4.3 Sintesis

Sistem Peringatan Dini (SPD) yang digunakan saat ini menghadapi kendala substansial, terutama dalam kemampuan mereka untuk memproses secara efektif volume data yang besar (*big data*) dan multi- modal dari berbagai sumber *real-time*. Keterbatasan ini menghambat akurasi dan kecepatan prediksi, seringkali menghasilkan peringatan yang terlambat atau memiliki tingkat false alarm yang tinggi, yang pada gilirannya mengikis kepercayaan publik. Kondisi ini sangat genting mengingat tingginya kerentanan geologis Indonesia—sebagai negara yang rentan terhadap gempa, tsunami, dan bencana hidrometeorologi—di mana kecepatan peringatan adalah faktor penentu keselamatan jiwa.

Kebutuhan mendesak untuk mengatasi keterbatasan ini memunculkan peluang implementasi teknologi Kecerdasan Buatan (AI). Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes menegaskan bahwa AI, khususnya melalui teknik *Machine Learning* dan *Deep Learning*, memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan efektivitas kesiapsiagaan bencana hingga 75%. AI memungkinkan sistem untuk menganalisis pola- pola non-linear dan kompleks dalam data historis dan real-time yang tidak terdeteksi oleh model tradisional.

Oleh karena itu, sintesis permasalahan utama yang mendasari KTI ini adalah adanya kesenjangan implementasi teknologi: bagaimana merancang dan mengintegrasikan model AI prediktif yang andal dan teruji secara ilmiah ke dalam suatu kerangka SPD Cerdas yang dapat berfungsi secara efisien dalam konteks Indonesia. Tantangan ini bukan hanya bersifat algoritmis, tetapi juga mencakup integrasi teknis dan non- teknis untuk memastikan bahwa sistem yang dihasilkan mampu memberikan prediksi yang akurat dan peringatan yang tepat waktu kepada pengguna akhir, sehingga memaksimalkan waktu evakuasi dan mitigasi risiko.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Melalui pemanfaatan kecerdasan buatan yang mampu mendeteksi pola cuaca dan geografis secara presisi, penelitian ini menghadirkan sistem peringatan dini yang memberikan sinyal bahaya jauh lebih awal dan akurat, sehingga masyarakat memiliki waktu krusial untuk segera melakukan evakuasi mandiri dan tindakan penyelamatan sebelum bencana menghantam demi meminimalisir korban jiwa serta kerusakan harta benda, yang didukung oleh pengintegrasian empat elemen utama pemantauan risiko yang terhubung langsung dengan otoritas terkait untuk menjamin keamanan infrastruktur vital dan ketahanan ekonomi secara berkelanjutan, serta diperkuat oleh kemampuan pemrosesan data masif secara real-time guna memastikan setiap lapisan masyarakat mendapatkan informasi peringatan yang valid, cepat, dan mudah dipahami di tengah meningkatnya frekuensi ancaman bencana global, yang pada akhirnya memvalidasi bahwa "Sistem Peringatan Dini Bencana Alam Cerdas melalui Implementasi Kecerdasan Buatan (AI)" merupakan solusi fundamental dalam menghasilkan prediksi akurat sekaligus menjadi instrumen adaptasi iklim yang paling efektif untuk melindungi keberlangsungan mata pencaharian di masa depan.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran dari penulis untuk ditindaklanjuti terkait penulisan karya tulis ini, yakni sebagai berikut:

- 5.2.1 Kepada pemerintah, agar membantu dalam mengedukasikan tentang betapa canggihnya teknologi implementasi kecerdasan buatan (AI) dalam membantu untuk memprediksi informasi peringatan dini bencana alam yang akurat.
- 5.2.2 Kepada masyarakat, jika sistem teknologi ini diedukasikan kepada masyarakat, diharapkan agar dapat membuat, dan meningkatkan pengetahuan edukasi mereka bahwa sistem teknologi alarm berbasis bantuan buatan (AI) ini sangatlah membantu dalam memberikan peringatan dini kepada masyarakat dengan akurat dan cepat.
- 5.2.3 Kepada penelitian selanjutnya yang akan melakukan kajian di bidang yang sama dapat melakukan pengembangan pada penelitian ini dan memperbanyak studi literatur terkait dengan penggunaan kecerdasan buatan (AI) ini dalam alarm membantu memberikan peringatan dini pendeteksi bencana alam seperti tsunami, dan gempa bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Waruwu, M. (2023). *Pendekatan penelitian pendidikan: metode penelittian kualitatif, metode kuantitatif dan metode kombinasi (Mixed Method)*. Jurnal pendidikan tambusai, Vol.7, No.1, Hal.2897-2898.
- Aqil, A. D. C., (2020). *Studi kepustakaan mengenai kualitas pelayanan terhadap kepuasan pasien rawat jalan di rumah sakit: Literature study of service quality towards patients satisfaction in hospitals*. Jurnal Ilmiah Pamenang, Vol.2, No.2, Hal.1-6.
- Lumban, dkk (2025). *Bencana Alam Tsunami*. Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang, Vol.11, No.2, Hal.265-278.
- UNDRR. (2020). *Gempa Bumi – Definisi dan Fakta*. Global Earthquake Model Foundation (GEM).
- Habibi, A., Haryati, R. T. S. (2021). *Artifical intellegence in nursing: a literature riview*. Jurnal JKFT, Vol.6, No.2, Hal.8-16.
- Ishak, dkk (2025). *Analisis Pengendalian Banjir pada Wilayah Kelurahan Takkalasi Kabupaten Barru*. Jurnal Penelitian Teknik Sipil Konsolidasi. No.3, Vol.2, Hal.183-187.
- Hidayat, N., Eko, W. S. (1997). *Gempa Bumi dan Mekanismenya*. Jurnal Teknologi Redukasi Risiko Bencana. No.2, Vol.3, Hal.195598.
- Wafda, A. (2024). *Kecerdasan Buatan dalam Prediksi dan Manajemen Bencana: Tinjauan Pustaka Komprehensif*. Jurnal Informatika dan Sistem Informasi. No.2, Vol.1, Hal.10-24.
- Saputra, M. P. (2025). *Pemanfaatan Kecerdasan Buatan untuk Mitigasi Bencana: Analisis Peluang dan Hambatan*. Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan). No.8, Vol.3, Hal.244-255.

Kurniasih, A., Jenian, M., Reddy, S. (2020). *Belajar dari Simeule: Memahami Sistem Peringatan Dini Tsunami di Indonesia*. Jurnal Geosains dan Teknologi. No.3, Vol.1, Hal.21-30.

Apriyadi, R. K., Rani, A. (2020). *Tingkat pengetahuan kesiapsiagaan resiko bencana tsunami disaat pandemi covid-19*. PENDIPA Journal of Science Education. No.5, Vol.1, Hal.56-62.

Kusdinar, R. (2024). *PERANCANGAN APLIKASI BROADCAST EXTERNAL ALARM BTS BERBASIS SMS GATEWAY DI PT. INDOSAT BANDUNG*. Journal of Information Technology Student (JITS). No.3, Vol.2, Hal.61-75.