

**LAPORAN TUGAS DATA MINING
(BUSINESS UNDERSTANDING)**



Universitas Logistik & Bisnis Internasional

Disusun oleh:

Erdito Nausha Adam 1214031

**UNIVERSITAS LOGISTIK BISNIS INTERNASIONAL
PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK INFORMATIKA
BANDUNG
2024**

1. Problem: Problem 5 Early disaster warning system (Gempa Bumi).

2.1 Business Case

Perkembangan sistem Peringatan Dini Gempa Bumi (EEW) telah didorong oleh kemajuan teknologi, termasuk penggunaan model pembelajaran mesin seperti SVM[1], serta pendekatan deep learning untuk estimasi magnitudo dengan akurasi tinggi[2]. Protokol komunikasi seperti MQTT juga telah terbukti mengurangi waktu peringatan dalam sistem EEW berbasis IoT [3]. Studi-studi menyoroti efektivitas sistem EEW dalam mengurangi kerugian manusia dan kerusakan bangunan dengan memberikan waktu evakuasi yang cukup [4] [5]. Sistem prediksi gempa berbasis IoT menawarkan peringatan real-time kepada pengguna[6], sementara pendekatan yang menggabungkan deep learning dengan analisis cluster meningkatkan akurasi peringatan[7][8]. Integrasi antara Machine Learning dan IoT menjanjikan kemajuan signifikan dalam sistem peringatan dini gempa bumi, terutama di lingkungan perkotaan[9][10].

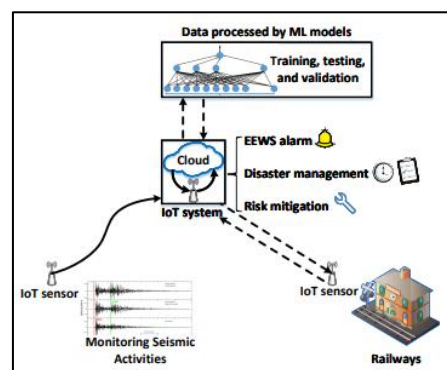
2.2 Breakdown Masalah

- a. **Akurasi Prediksi dan Deteksi Gempa:** Beberapa penelitian menyoroti tantangan dalam mencapai akurasi yang tinggi dalam memprediksi besaran gempa dan mendeteksi gempa dengan tepat waktu [1] [2] [6].
- b. **Latensi dan Waktu Peringatan:** Masalah terkait dengan latensi dalam sistem peringatan dini gempa bumi, yang dapat mempengaruhi waktu yang tersedia untuk tindakan mitigasi [3].
- c. **Efektivitas Sistem Peringatan:** Penelitian menunjukkan pentingnya mengevaluasi efektivitas sistem peringatan dalam mengurangi kerugian manusia dan kerusakan bangunan serta memastikan waktu evakuasi yang memadai [4] [5].
- d. **Integrasi Teknologi:** Tantangan dalam mengintegrasikan berbagai teknologi seperti Machine Learning, IoT, dan deep learning untuk meningkatkan kinerja sistem peringatan dini gempa bumi [7] [8] [10].

2.3 Rekomendasi Solusi

1. **Peningkatan Akurasi Prediksi dan Deteksi Gempa:** Melakukan penelitian lebih lanjut dalam pengembangan model pembelajaran mesin dan deep learning yang lebih canggih serta menggabungkan data dari berbagai sumber untuk meningkatkan akurasi prediksi dan deteksi gempa [1] [2] [6].
2. **Optimisasi Latensi dan Waktu Peringatan:** Mengeksplorasi teknologi dan algoritma yang dapat mengurangi latensi dalam sistem peringatan dini gempa bumi, seperti penggunaan protokol komunikasi yang lebih efisien dan optimalisasi proses peringatan [3].
3. **Evaluasi Efektivitas Sistem Peringatan:** Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengukur efektivitas sistem peringatan dalam mengurangi kerugian manusia dan kerusakan bangunan serta memastikan bahwa waktu evakuasi yang disediakan cukup [4] [5].
4. **Integrasi Teknologi yang Lebih Baik:** Mengintegrasikan teknologi seperti Machine Learning, IoT, dan deep learning dengan lebih baik dan efisien untuk meningkatkan kinerja sistem peringatan dini gempa bumi, serta mengevaluasi kebutuhan integrasi teknologi yang tepat untuk tujuan tertentu [7] [8] [10].

2.4 System Flow



Gambar contoh interkoneksi IoT-ML untuk EEWs.

1. Pengumpulan dan Pemrosesan Data:

Pengumpulan data secara real-time dari sensor-seismik dan cuaca. Pemrosesan data menggunakan teknik otomatisasi dan komputasi awan. Penggunaan teknologi IoT untuk

menghubungkan sensor-seismik ke pusat pengolahan data. Pemanfaatan platform cloud computing seperti AWS atau Google Cloud untuk pemrosesan data.

2. Deteksi Gempa Bumi:

Analisis data seismik menggunakan algoritma machine learning untuk mendeteksi pola gempa bumi. Penggunaan Convolutional Neural Networks (CNN) untuk deteksi pola dalam data seismik. Implementasi teknik pemrosesan sinyal seperti Fourier Transform untuk analisis data.

3. Prediksi Magnitudo dan Lokasi Episenter:

Ekstraksi fitur dari data seismik dan cuaca, dan pemodelan menggunakan algoritma machine learning. Penggunaan regresi linier dan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) untuk prediksi magnitudo dan lokasi episenter. Penerapan teknik feature engineering untuk meningkatkan kualitas prediksi.

4. Sistem Peringatan Dini:

Analisis hasil prediksi dan pengiriman peringatan dini melalui berbagai saluran komunikasi seperti di gambar contoh yang memberikan sinyal peringatan kepada stasiun yang berada dekat dengan pusat gempa. Pengembangan antarmuka pengguna yang intuitif untuk menerima peringatan dini. Integrasi dengan layanan pesan singkat dan aplikasi seluler untuk pengiriman peringatan yang cepat.

2.5 Komponen-Komponen Pendukung

1. Sensor Seismik:

Sensor-seismik yang dipasang di berbagai lokasi strategis untuk mendeteksi getaran dan gerakan tanah yang menunjukkan adanya gempa bumi. Data dari sensor-seismik ini dikumpulkan dan dikirimkan melalui jaringan IoT untuk pengolahan lebih lanjut.

2. Sistem Komunikasi IoT:

Jaringan IoT digunakan untuk mentransmisikan data seismik secara real-time dari sensor-seismik ke pusat pengolahan data. Penggunaan protokol komunikasi seperti MQTT memungkinkan pengiriman data yang efisien dan dapat diandalkan.

3. Pusat Pengolahan Data:

Pusat pengolahan data bertanggung jawab untuk menerima, menyimpan, dan mengolah data seismik dari berbagai sensor. Di sini, teknik-teknik Machine Learning, seperti model Support Vector Machine (SVM) atau neural networks, digunakan untuk menganalisis data dan memprediksi besaran gempa, lokasi, dan waktu terjadinya gempa.

4. Algoritma Deteksi Gempa Bumi:

Model Convolutional Neural Network (CNN): Digunakan untuk memproses data seismik dalam bentuk citra dan mendeteksi pola-pola spasial yang menandakan adanya gempa bumi.

5. Prediksi Magnitudo dan Lokasi Episenter:

Model Regresi Linier: Digunakan untuk memprediksi magnitudo gempa bumi berdasarkan fitur-fitur yang diekstraksi dari data seismik dan cuaca. Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN): Digunakan untuk memprediksi lokasi episenter gempa bumi dengan mengidentifikasi titik-titik data terdekat.

6. Model Evaluasi Risiko:

Model Klasifikasi: Digunakan untuk mengkategorikan wilayah-wilayah tertentu berdasarkan tingkat risiko gempa bumi yang diprediksi. Algoritma klasifikasi seperti Random Forest atau Support Vector Machine (SVM) dapat digunakan untuk tujuan ini.

7. Model Adaptif:

Model Time-Series Forecasting: Digunakan untuk mempelajari pola-pola temporal dalam data seismik dan cuaca, dan memprediksi perilaku masa depan dari parameter-parameter ini.

8. Evaluasi Model:

Cross-Validation: Digunakan untuk mengevaluasi kinerja model pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Metrics Evaluasi: Metrik-metrik seperti Akurasi, Presisi, Recall, dan F1-Score digunakan untuk mengukur kinerja model dalam memprediksi magnitudo gempa, lokasi episenter, dan tingkat risiko gempa bumi.

9. Sistem Peringatan Dini:

Sistem peringatan dini menggunakan data hasil analisis dari pusat pengolahan data untuk mendeteksi gempa bumi dan mengirimkan peringatan kepada pengguna melalui perangkat IoT. Peringatan dapat berupa notifikasi langsung atau pesan teks yang memberitahu pengguna tentang gempa yang terdeteksi dan instruksi mitigasi yang sesuai.

10. Tindakan Mitigasi:

Informasi dan instruksi mitigasi diperlukan untuk membantu pengguna mengambil tindakan yang sesuai setelah menerima peringatan dini. Instruksi ini dapat berupa panduan evakuasi, tempat perlindungan, atau tindakan lainnya yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko dampak gempa bumi.

11. Evaluasi dan Pembaruan:

Proses evaluasi dan pembaruan secara teratur diperlukan untuk memastikan bahwa sistem terus beroperasi dengan efisien dan efektif. Evaluasi dilakukan untuk menilai kinerja model Machine Learning, efektivitas peringatan dini, dan respons pengguna. Pembaruan sistem dilakukan berdasarkan hasil evaluasi ini untuk meningkatkan kinerja dan efektivitasnya seiring berjalannya waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Song, J. Zhu, Y. Wang, and S. Li, "On-site alert-level earthquake early warning using machine-learning-based prediction equations," *Geophys J Int*, vol. 231, no. 2, pp. 786–800, Nov. 2022, doi: 10.1093/gji/ggac220.
- [2] M. A. Bilal, Y. Ji, Y. Wang, M. P. Akhter, and M. Yaqub, "An Early Warning System for Earthquake Prediction from Seismic Data Using Batch Normalized Graph Convolutional Neural Network with Attention Mechanism (BNGCNNATT)," *Sensors*, vol. 22, no. 17, Sep. 2022, doi: 10.3390/s22176482.
- [3] P. Pierleoni, R. Concetti, S. Marzorati, A. Belli, and L. Palma, "Internet of Things for Earthquake Early Warning Systems: a Performance Comparison between Communication Protocols," *IEEE ACCESS*, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.DOI.
- [4] Gazi Ul Islam Allie, Gurpreet Singh, Amit Kumar, and Sangeeta Soni, "PREDICTIVE MODELING FOR EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEMS," *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, Dec. 2023, doi: 10.56726/irjmets46818.
- [5] A. Z. Sabarani, A. Z. Sabarani, * Supervisor, H. Inoue, and ** Mee12604, "Performance estimation of earthquake early warning system for disaster reduction in western Java, Indonesia," *ResearchGate*, 2014, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/288379649>
- [6] M. R. Andi Purnomo, "A Bayesian Reasoning for Earthquake Prediction Based on IoT System," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Mar. 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1471/1/012022.
- [7] M. Apriani, S. K. Wijaya, and Daryono, "Earthquake Magnitude Estimation Based on Machine Learning: Application to Earthquake Early Warning System," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Jul. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1951/1/012057.
- [8] S. Anggraini, S. K. Wijaya, and Daryono, "Earthquake detection and location for Earthquake Early Warning Using Deep Learning," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Jul. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1951/1/012056.
- [9] Edidas and R. R. Putra, "Designing and building earthquake warning system with Arduino and web-based SES60 SLP sensor," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 11, no. 1, pp. 581–588, Feb. 2022, doi: 10.11591/eei.v11i1.3546.
- [10] M. S. Abdalzaher, H. A. Elsayed, M. M. Fouda, and M. M. Salim, "Employing Machine Learning and IoT for Earthquake Early Warning System in Smart Cities," *Energies*, vol. 16, no. 1. MDPI, Jan. 01, 2023. doi: 10.3390/en16010495.