



Analisis Kesiapan BPBD Kota Binjai dalam Penerapan Kecerdasan Buatan untuk Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir

Putri Nadya Agustin Reyhan^{1*}, Ely Lestari Br Purba², Leni Marlina³

¹⁻³Universitas Pembangunan Panca Budi, Indonesia

Email : putrinadyaaaa12345@gmail.com¹, elylestaribrpurba@gmail.com²,
lheny@pancabudi.ac.id³

Alamat: Jl. Gatot Subroto No.km, Simpang Tj., Kec. Medan Sunggal, Kota Medan,
Sumatera Utara 20122

Korespondensi penulis : lheny@pancabudi.ac.id*

Abstract. *This research was conducted from June to July 2025 in Binjai City, with the primary focus being analyzing the readiness of the Binjai City Regional Disaster Management Agency (BPBD) to implement a flood early warning system utilizing artificial intelligence (AI). The data collection process was conducted through a literature review, which involved reviewing various theories and previous research results regarding the application of AI and Internet of Things (IoT) technology in the context of disaster mitigation. Based on the results of the study, it was found that the use of technologies such as ultrasonic sensors, microcontrollers, fuzzy logic, and automatic notification systems can provide real-time warnings with a high level of accuracy and a fast response. This system enables early detection of rising river levels through automatic measurements, intelligent data processing, and sending notifications to authorities and affected communities within seconds. By integrating historical data and machine learning-based predictions, this system is also able to depict potential flooding before it occurs, providing a longer response time for evacuation. However, the readiness of the Binjai City BPBD still faces various challenges, such as limited digital infrastructure, the need for human resource training in the technology field, and inadequate budget allocation. Therefore, cross-sector collaboration and ongoing policy support are needed for optimal implementation of this system. The use of AI and IoT in early warning systems is not only technically relevant but also urgent in the face of increasing climate change and flood risks. A strategy involving cross-sector collaboration between government, academia, and the private sector is needed to develop an adaptive and sustainable early warning system.*

Keywords: *Artificial Intelligence, Binjai City, BPBD, Early Warning System, Flood.*

Abstrak. Penelitian ini dilakukan selama bulan Juni hingga Juli 2025 di Kota Binjai dengan fokus utama menganalisis sejauh mana kesiapan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Binjai dalam mengimplementasikan sistem peringatan dini bencana banjir yang memanfaatkan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI). Proses pengumpulan data dilakukan melalui kajian pustaka, yang melibatkan penelaahan berbagai teori dan hasil penelitian sebelumnya mengenai penerapan AI serta teknologi Internet of Things (IoT) dalam konteks mitigasi bencana. Berdasarkan hasil kajian tersebut, ditemukan bahwa pemanfaatan teknologi seperti sensor ultrasonik, mikrokontroler, logika fuzzy, dan sistem notifikasi otomatis dapat memberikan peringatan secara langsung (real-time) dengan tingkat akurasi yang tinggi serta respon yang cepat. Sistem ini memungkinkan deteksi dini kenaikan permukaan air sungai melalui pengukuran otomatis, pemrosesan data secara cerdas, dan pengiriman notifikasi ke pihak berwenang serta masyarakat terdampak dalam hitungan detik. Dengan integrasi data historis dan prediksi berbasis machine learning, sistem ini juga mampu memperkirakan potensi banjir sebelum terjadi, memberikan waktu respons yang lebih lama untuk evakuasi. Meskipun demikian, kesiapan BPBD Kota Binjai masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur digital, kebutuhan pelatihan SDM dalam bidang teknologi, serta alokasi anggaran yang belum memadai. Oleh karena itu, diperlukan kolaborasi lintas sektor serta dukungan kebijakan yang berkelanjutan agar sistem ini dapat diimplementasikan secara optimal. Penggunaan AI dan IoT dalam sistem peringatan dini bukan hanya relevan secara teknis, tetapi juga sangat mendesak dalam menghadapi intensitas perubahan iklim dan risiko banjir yang semakin meningkat. Diperlukan strategi yang melibatkan kerja sama lintas sektor antara pemerintah, akademisi, dan pihak swasta untuk mengembangkan sistem peringatan dini yang adaptif dan berkelanjutan.

Kata kunci: Banjir, BPBD, Kecerdasan Buatan, Kota Binjai, Sistem Peringatan Dini.

1. LATAR BELAKANG

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki banyak aliran sungai, baik besar maupun kecil, yang berpotensi menimbulkan bencana jika tidak dikelola secara optimal. Salah satu bencana yang paling sering terjadi adalah banjir. Astuti (2018) menjelaskan bahwa banjir merupakan kondisi di mana debit air sungai meningkat secara drastis akibat tingginya curah hujan, sementara kapasitas saluran sungai tidak mampu menampungnya, sehingga air meluap dan menggenangi area sekitar.

Secara garis besar, penyebab banjir dapat dikategorikan menjadi dua, yakni faktor alam dan faktor yang berasal dari aktivitas manusia. Faktor alam mencakup curah hujan ekstrem, karakteristik topografi suatu wilayah, serta pengaruh pasang surut air laut. Sementara itu, faktor manusia berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan, penambahan jumlah penduduk, serta pembangunan infrastruktur yang mengganggu daya serap tanah (Gani, 2021).

Kota Binjai, yang terletak di Provinsi Sumatera Utara, merupakan wilayah yang tergolong rawan terhadap bencana hidrometeorologi seperti banjir, angin kencang, dan pohon tumbang. Dalam kurun waktu tiga tahun terakhir (2022–2024), intensitas serta jangkauan bencana di wilayah ini menunjukkan peningkatan, baik dari segi jumlah kejadian, luas area terdampak, maupun jumlah korban dan kerugian material. Menanggapi kondisi tersebut, BPBD Kota Binjai terus melakukan pemutakhiran data dan pendataan secara berkala sebagai dasar dalam perencanaan mitigasi dan pengambilan keputusan yang berbasis data.

Tabel 1. Bencana Di Kota Binjai Tahun 2022-2024

Tahun	Jenis Bencana	Tanggal Kejadian	Lokasi Terdampak	Penyebab Utama	Dampak	Penanganan BPBD
2022	Banjir	Mei, Agustus, November	Binjai Timur, Binjai Selatan, Binjai Kota, Binjai Utara, Binjai Barat	Curah hujan tinggi dan Kapasitas <i>drainase</i> tidak memadai	Permukiman warga terdampak, kerugian materi belum terdokumentasi	Pendataan dan <i>Monitoring</i> kejadian
2023	Banjir	14 dan 31 Januari 27 Februari	Kelurahan Berngam, Setia, Sumber Karya, Rambung Barat	Hujan deras dan Meluapnya DAS	>5.000 KK dan puluhan ribu jiwa terdampak	Evakuasi, penyedotan air, Distribusi logistik secara cepat dan terstruktur
2024	Banjir,	26	Binjai	Cuaca	>27.000 jiwa	Evakuasi,

	Pohon Tumbang, Angin Puting Beliung	Novembe r	Selatan dan kawasan padat penduduk lainnya	ekstrem, Hujan deras dan Angin kencang	terdampak	pemotongan pohon, Koordinasi logistik dengan Dinas Sosial
--	-------------------------------------	--------------	--	--	-----------	---

Sumber : Data BPBD Kota Binjai (2025)

Pada tahun 2022, intensitas curah hujan yang tinggi disertai dengan sistem drainase yang kurang memadai mengakibatkan banjir di hampir seluruh wilayah kecamatan di Kota Binjai. Kondisi ini semakin memburuk di tahun 2023, di mana luapan Daerah Aliran Sungai (DAS) menyebabkan banjir yang meluas dan berdampak pada ribuan kepala keluarga. Memasuki tahun 2024, kompleksitas bencana meningkat dengan munculnya bencana turunan seperti tumbangnya pohon dan angin puting beliung. Situasi ini menegaskan perlunya penguatan sistem penanggulangan bencana, terutama dalam hal deteksi dan peringatan dini.

Sebagai respons terhadap kondisi tersebut, salah satu pendekatan yang dinilai potensial adalah penerapan sistem peringatan dini berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI). Sistem ini dirancang agar dapat beroperasi secara otomatis dalam memantau lingkungan sekitar, mengolah data secara langsung (real-time), serta menyebarkan peringatan melalui berbagai saluran komunikasi seperti SMS dan platform media sosial. Berdasarkan studi oleh Maharani et al. (2024), perangkat seperti Teksiban yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik, panel surya, baterai, dan alarm sirine terbukti mampu menyampaikan informasi dini yang akurat mengenai potensi banjir.

Lebih lanjut, menurut Widayaka (2022), penerapan teknologi ini tidak hanya mempercepat waktu respons, tetapi juga mengurangi ketergantungan terhadap metode pengamatan konvensional. Dengan mengintegrasikan teknologi AI dan Internet of Things (IoT), sistem ini dapat secara proaktif mendeteksi kenaikan permukaan air di sungai atau saluran air dan secara otomatis mengirimkan peringatan kepada masyarakat serta pihak berwenang terkait.

Namun demikian, sebelum teknologi ini dapat diterapkan secara menyeluruh, perlu dilakukan kajian terhadap kesiapan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Binjai sebagai lembaga yang akan menjalankannya. Kajian ini mencakup penilaian terhadap infrastruktur pendukung, kompetensi sumber daya manusia, kebijakan yang berlaku, serta kesiapan dalam aspek teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana kesiapan tersebut, sekaligus mengidentifikasi hambatan potensial dan strategi dalam mengimplementasikan sistem peringatan dini banjir berbasis AI di Kota Binjai.

2. KAJIAN TEORITIS

Banjir

Banjir termasuk salah satu bencana hidrometeorologi yang paling sering melanda berbagai daerah di Indonesia. Kondisi ini terjadi ketika volume air yang mengalir melampaui kapasitas saluran alami seperti sungai, sehingga air tidak tertampung dan menggenangi wilayah di sekitarnya. Beberapa faktor yang turut memicu terjadinya banjir antara lain curah hujan yang tinggi, sistem drainase yang kurang optimal, rendahnya daya serap tanah, serta aktivitas manusia seperti perubahan fungsi lahan dan pembuangan sampah sembarangan ke badan sungai. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Maharani et al. (2024), banjir disebut sebagai bencana alam dengan dampak kerugian ekonomi terbesar ketiga di dunia. Sementara itu, data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bahwa Indonesia termasuk salah satu negara yang paling rentan dan sering mengalami bencana alam, khususnya banjir.

Sistem Peringatan Dini Bencana

Sistem peringatan dini bencana merupakan bagian penting dalam strategi mitigasi dan upaya peningkatan kesiapsiagaan terhadap bencana. Tujuan utama dari sistem ini adalah menyampaikan informasi secara cepat dan tepat kepada masyarakat sebelum bencana terjadi, sehingga masyarakat memiliki waktu untuk mengambil tindakan pencegahan. Menurut Sagay dan Pangemanan (2023), keberhasilan sistem ini dipengaruhi oleh beberapa aspek, yaitu:

- a. Keakuratan informasi yang disampaikan,
- b. Lamanya jeda waktu antara peringatan dan kejadian bencana,
- c. Kesiapan masyarakat dan lembaga terkait dalam menghadapi bencana, serta
- d. Kemampuan masyarakat dalam memahami dan merespons peringatan yang diberikan.

Jika sistem peringatan dini mampu dijalankan dengan baik, maka potensi kerugian akibat bencana, baik dari sisi korban jiwa maupun kerusakan fisik, dapat ditekan secara signifikan.

Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence/AI*) merupakan salah satu bidang dalam ilmu komputer yang berfokus pada pengembangan sistem yang dapat menirukan cara kerja kecerdasan manusia, seperti kemampuan dalam mengambil keputusan, mempelajari informasi baru, dan mengenali pola. Dalam konteks penanggulangan bencana, teknologi AI telah dimanfaatkan secara luas untuk membantu dalam proses deteksi dini, prediksi kejadian, hingga penanganan berbagai jenis bencana alam (Wikipedia, 2025). Menurut Riza et al. (2023), teknologi ini telah diaplikasikan dalam berbagai sistem seperti pemantauan banjir, prediksi

aktivitas seismik, pemantauan gunung berapi, serta peringatan terhadap risiko kebakaran hutan dan cuaca ekstrem. AI bekerja dengan mengolah data secara langsung (real-time) yang berasal dari berbagai perangkat sensor lingkungan, seperti alat pengukur curah hujan, permukaan air, hingga data citra dari satelit. Dari data tersebut, sistem dapat menghasilkan prediksi dan mengirimkan peringatan otomatis kepada lembaga terkait maupun masyarakat. Dengan penerapan teknologi ini, proses identifikasi dan respons terhadap bencana dapat dilakukan dengan lebih cepat, akurat, dan terarah..

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama periode Juni hingga Juli 2025 dan berfokus pada Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Binjai sebagai lokasi studi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan deskriptif kualitatif, yang bertujuan untuk memberikan gambaran secara menyeluruh mengenai tingkat kesiapan BPBD Kota Binjai dalam menerapkan teknologi Artificial Intelligence (AI) sebagai bagian dari sistem peringatan dini banjir.

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan tiga teknik utama, yaitu kajian pustaka, observasi langsung di lapangan, dan wawancara mendalam. Kajian pustaka dilakukan untuk memperoleh dasar teori dan referensi yang relevan mengenai penggunaan AI dalam pengelolaan bencana. Observasi lapangan dimaksudkan untuk melihat langsung kondisi internal BPBD, termasuk sarana prasarana, alur kerja, serta mekanisme operasional yang dijalankan. Adapun wawancara dilakukan dengan beberapa pihak di lingkungan BPBD guna memperoleh informasi lebih rinci terkait kesiapan organisasi, ketersediaan sumber daya manusia, dan kemungkinan penerapan teknologi untuk mendukung sistem peringatan dini yang lebih efisien dan responsif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Penelitian Terdahulu

No.	Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Rahardi et al. (2024)	Perancangan <i>Early Warning System</i> Bencana Banjir Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic Control</i> Berbasis IoT	Sensor ultrasonik error $\pm 0,50\%$; curah hujan $\pm 0,73\%$; kekeruhan $\pm 12,2\%$. Sistem mampu memberikan status aman, waspada, dan bahaya melalui sirine dan aplikasi <i>Blynk</i> .

2	Rusdi et al. (2023)	<i>River Flood Early Warning System Based on Internet of Things in Binjai City</i>	Prototipe berbasis IoT (HC-SR04 & ESP32 Cam) berhasil diimplementasikan. Error sensor rata-rata 3,642%; kamera efektif hingga jarak 200 cm.
3	Alimudin et al. (2023)	<i>Implementation of Fuzzy Logic for Early Warning System for Flood Disaster in Cilacap District</i>	Sensor ultrasonik error 2,55%; DHT11 (suhu/kelembapan) 3,19%; anemometer 2,38%; rain gauge 2,14%. Data dikirim melalui LoRa ke dashboard secara <i>real-time</i> .
4	Wandi & Ashari (2023)	<i>Monitoring Ketinggian Air dan Curah Hujan dalam Early Warning System Bencana Banjir Berbasis IoT</i>	Sistem IoT (MQTT, <i>chatbot Telegram</i>) memberikan notifikasi <i>real-time</i> dalam waktu rata-rata 0,561 detik. Respons cepat dan data tersimpan di <i>cloud</i> .
5	Hambali et al. (2022)	<i>Early Warning System for Flood in Gunungsari District Based on IoT with Telegram Bot as a Warning Message Sender</i>	Sensor ultrasonik akurasi rata-rata error 0,48%. Sistem secara otomatis mengirimkan peringatan melalui <i>Telegram</i> .

Sumber : Penulis (2025)

Fokus Penelitian: Teknologi Deteksi dan Notifikasi

Berdasarkan hasil telaah terhadap lima jurnal sebelumnya, sistem peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT) umumnya dirancang untuk memantau sejumlah parameter fisik, seperti tinggi permukaan air, curah hujan, suhu udara, kelembaban, serta kecepatan angin. Teknologi yang banyak digunakan dalam sistem ini antara lain sensor ultrasonik, mikrokontroler seperti ESP32 dan NodeMCU, serta protokol komunikasi data seperti LoRa dan MQTT. Untuk sistem pemberitahuan, sebagian besar telah memanfaatkan platform digital seperti Telegram Bot, aplikasi Blynk, maupun dasbor berbasis cloud untuk menyampaikan peringatan secara otomatis kepada pengguna.

Sementara itu, dari hasil observasi lapangan dan wawancara dengan pihak terkait di BPBD Kota Binjai, diketahui bahwa instansi tersebut belum menerapkan sistem deteksi banjir otomatis berbasis IoT atau kecerdasan buatan (AI). Proses pemantauan masih dilakukan secara konvensional, termasuk dalam pencatatan tinggi muka air dan penyampaian informasi kepada masyarakat yang masih mengandalkan pengeras suara atau bantuan relawan. Kondisi ini menunjukkan adanya ketimpangan antara perkembangan teknologi yang tersedia dan tingkat kesiapan lembaga dalam memanfaatkannya secara optimal.

Akurasi dan Kinerja Sistem

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tingkat kesalahan dari sensor maupun perangkat yang digunakan dalam sistem peringatan dini umumnya tergolong rendah, bahkan dalam beberapa kasus hanya sebesar 0,48% (Hambali et al., 2022). Selain itu,

kecepatan sistem dalam mengirimkan notifikasi juga terbilang tinggi. Misalnya, studi oleh Wandu & Ashari (2023) menunjukkan bahwa sistem mampu merespons dalam waktu kurang dari satu detik. Temuan ini memperlihatkan bahwa secara teknis, perangkat-perangkat tersebut sudah cukup andal untuk diterapkan di lapangan.

Namun demikian, berdasarkan informasi dari BPBD Kota Binjai, kendala utama dalam penerapan sistem bukan terletak pada aspek teknologinya, melainkan pada belum tersedianya sistem yang terintegrasi secara otomatis untuk memberikan peringatan dini. Walaupun sebagian petugas menyadari pentingnya penggunaan teknologi seperti AI dan IoT, hingga saat ini belum ada pelatihan maupun program peningkatan kapasitas yang mendukung pengoperasian sistem tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa kesiapan sumber daya manusia menjadi salah satu faktor penentu dalam keberhasilan penerapan teknologi tersebut secara menyeluruh.

Keterkaitan dengan Konteks Lokal: Kota Binjai

Penelitian yang dilakukan oleh Rusdi et al. (2023) secara khusus mengeksplorasi penerapan sistem peringatan dini banjir berbasis Internet of Things (IoT) di Kota Binjai, dengan memanfaatkan perangkat ESP32 dan sensor ultrasonik. Dari sisi teknis, prototipe tersebut berhasil dioperasikan. Namun, studi tersebut belum mengulas aspek kelembagaan, seperti koordinasi antar instansi terkait maupun kesiapan BPBD dalam mengadopsi sistem ini secara berkelanjutan sebagai bagian dari operasional resmi.

Hasil kajian ini menunjukkan bahwa belum terjalin kerja sama yang terstruktur antara pengembang teknologi dan pihak BPBD Kota Binjai. Inisiatif penerapan teknologi masih terbatas pada skala proyek atau uji coba, belum menjadi bagian dari sistem yang terintegrasi dalam kebijakan dan operasional lembaga. Kondisi ini menegaskan pentingnya adanya riset lanjutan yang menyoroti kesiapan institusi, khususnya dalam hal tata kelola, kompetensi sumber daya manusia, peraturan internal, serta mekanisme pelaporan dan pengambilan keputusan yang mendukung implementasi sistem secara menyeluruh.

Kesenjangan Penelitian: Aspek Sosial dan Kelembagaan

Sebagian besar penelitian yang telah dilakukan cenderung berfokus pada aspek teknis, seperti perancangan dan pengujian sistem peringatan dini, namun kurang memberikan perhatian pada faktor kelembagaan. Aspek-aspek penting seperti kesiapan operasional, pelatihan petugas, serta keberlanjutan dalam pemeliharaan sistem sering kali tidak dibahas secara mendalam. Selain itu, belum ditemukan kajian yang mengevaluasi sejauh mana institusi pengguna akhir mampu menerima, memahami, dan mengintegrasikan sistem tersebut ke dalam prosedur standar penanggulangan bencana.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak BPBD Kota Binjai, terungkap bahwa hingga saat ini belum tersedia standar operasional prosedur (SOP) yang secara khusus mengatur penerimaan dan penggunaan data dari sistem otomatis. Di sisi lain, belum ada alokasi anggaran khusus yang ditujukan untuk perawatan perangkat IoT maupun peningkatan keterampilan teknis pegawai dalam mengoperasikan sistem tersebut. Temuan ini menekankan perlunya pendekatan yang lebih menyeluruh, tidak hanya dari segi teknologi, tetapi juga dari sisi pengelolaan organisasi dan kesiapan kelembagaan.

Relevansi Terhadap Penerapan Sistem AI

Walaupun tidak semua studi sebelumnya secara langsung menyebutkan pemanfaatan artificial intelligence (AI), penggunaan logika fuzzy, analisis pola, dan pengolahan data secara real-time sebenarnya telah mencerminkan penerapan teknologi yang berbasis pada kecerdasan buatan. Elemen-elemen ini dapat menjadi dasar pengembangan ke arah sistem yang lebih canggih, seperti yang berbasis machine learning, yang mampu beradaptasi secara otomatis guna meningkatkan ketepatan dalam memprediksi potensi banjir.

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT dan AI dalam sistem peringatan dini banjir sudah terbukti efektif dari sisi teknis. Namun demikian, aspek kesiapan kelembagaan sebagai pihak yang akan menggunakan sistem tersebut masih belum banyak dikaji. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa BPBD Kota Binjai masih menghadapi sejumlah tantangan, terutama terkait dengan kapasitas sumber daya manusia, regulasi internal, serta koordinasi antarinstansi yang belum optimal. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki peran penting sebagai penghubung antara inovasi teknologi dan kesiapan institusi pengguna, serta dapat menjadi dasar dalam merumuskan strategi penerapan teknologi yang sesuai dengan kondisi dan kemampuan daerah.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian terhadap lima studi sebelumnya serta analisis kondisi riil di BPBD Kota Binjai, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dan Artificial Intelligence (AI) dalam sistem peringatan dini banjir memiliki efektivitas yang tinggi dari sisi teknis. Perangkat seperti sensor ultrasonik, mikrokontroler (ESP32, NodeMCU), serta sistem otomatis berbasis logika fuzzy dan notifikasi real-time terbukti mampu memberikan peringatan dini dengan respon cepat dan tingkat akurasi yang baik, bahkan kesalahan yang tercatat berada di bawah angka 5%.

Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada aspek teknis, seperti pengembangan perangkat dan pengujian sistem, tanpa mengulas kesiapan institusi yang akan mengoperasikannya. Aspek penting seperti struktur organisasi, kualitas sumber daya manusia, kesiapan infrastruktur, dan dukungan kebijakan belum banyak dibahas. Hal ini menciptakan celah yang cukup besar ketika teknologi tersebut akan diimplementasikan di lingkungan lembaga publik seperti BPBD Kota Binjai, yang memiliki tanggung jawab utama dalam mitigasi dan penanggulangan bencana.

Dari hasil observasi di lapangan, diketahui bahwa BPBD Kota Binjai belum secara resmi mengadopsi sistem peringatan dini yang berbasis IoT atau AI. Aktivitas monitoring dan penyampaian informasi masih dilakukan secara manual tanpa integrasi data berbasis waktu nyata ataupun sistem pemberitahuan otomatis. Kendala teknis, keterbatasan anggaran, dan minimnya kapasitas personel menjadi faktor utama yang menghambat proses penerapan teknologi tersebut.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki posisi penting dalam menjembatani pengembangan teknologi dengan kesiapan kelembagaan. Studi ini menekankan perlunya perencanaan implementasi yang tidak hanya terfokus pada perangkat keras dan software, tetapi juga mencakup kesiapan organisasi penerima manfaat. Pendekatan yang menyeluruh diharapkan dapat mendukung keberhasilan penerapan sistem peringatan dini berbasis AI yang efektif, terintegrasi, dan berkelanjutan, guna memperkuat ketahanan Kota Binjai terhadap risiko bencana banjir.

Saran

- a. **Penilaian Kesiapan Internal BPBD Kota Binjai:** Sebelum mengimplementasikan sistem peringatan dini berbasis AI, BPBD disarankan untuk terlebih dahulu melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kesiapan internal, mencakup aspek sumber daya manusia, infrastruktur teknologi, serta regulasi yang mendukung.
- b. **Peningkatan Kompetensi Teknis Melalui Pelatihan:** Pelatihan rutin bagi staf dinilai penting untuk meningkatkan kemampuan dalam mengoperasikan sistem berbasis IoT dan AI, termasuk pemeliharaan perangkat serta pengelolaan data yang dihasilkan dari sistem tersebut.
- c. **Peran Aktif Masyarakat dalam Respon Bencana:** Masyarakat sebagai pengguna akhir informasi perlu diberikan edukasi dan pelatihan agar dapat memahami serta merespons peringatan dari sistem secara tepat. Upaya ini dapat dilakukan melalui program sosialisasi dan simulasi bencana.

- d. Kemitraan Strategis dengan Perguruan Tinggi dan Komunitas Teknologi: Untuk menjamin keberlanjutan dan pengembangan sistem ke depan, dibutuhkan kolaborasi antara pemerintah daerah, institusi pendidikan tinggi, dan komunitas teknologi. Sinergi ini dapat memperkuat dukungan dalam aspek inovasi, riset, hingga pelatihan.

DAFTAR REFERENSI

- Alimudin, E., Sumardiono, A., & Zaenurohman, Z. (2025). Implementation of fuzzy logic for early warning system for flood disaster in Cilacap District. *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, 12(1), 1-10. <https://doi.org/10.33019/jurnalecotipe.v12i1.4529>
- Astuti, I. F., Manoppo, A. N., & Arifin, Z. (2018). Sistem peringatan dini bahaya banjir kota Samarinda menggunakan sensor ultrasonic berbasis mikrokontroler dengan buzzer dan SMS. *Sebatik*, 22(1), 30-34. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v22i1.209>
- BPBD Kota Binjai. (2022). Laporan dampak kerugian banjir Kota Binjai. BPBD Kota Binjai.
- BPBD Kota Binjai. (2023). Laporan dampak kerugian banjir Kota Binjai. BPBD Kota Binjai.
- BPBD Kota Binjai. (2024). Laporan dampak kerugian banjir Kota Binjai. BPBD Kota Binjai.
- Gani, A. R. F. (2021). Sistem peringatan dini banjir berbasis Arduino Uno dengan notifikasi SMS. *Jurnal Teknologi*, 9(1), 42-51. <https://doi.org/10.31479/jtek.v9i1.90>
- Hambali, H., Akbar, A., & Yani, A. (2022). Early warning system for flood in Gunungsari District based on IoT with Telegram bot as a warning message sender. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 18(2), 173-178. <https://doi.org/10.33480/pilar.v18i2.3711>
- Maharani, N. Z., Siregar, F. A., & Batubara, N. R. (2024). Peran teknologi edukasi digital dalam meningkatkan kesadaran mitigasi risiko bencana banjir di Indonesia. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 4(6), 5710-5722.
- Rahardi, G. A., Muldayani, W., Sumardi, S., & Wijaya, M. D. A. (2024). Perancangan early warning system bencana banjir menggunakan metode fuzzy logic control berbasis IoT. *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 10(1), 12-16. <https://doi.org/10.19184/jaei.v10i1.33242>
- Riza, H., Santoso, E. W., Tejakusuma, I. G., & Prawiradisastra, F. (2020). Pemanfaatan kecerdasan artifisial untuk meningkatkan mitigasi bencana banjir. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 15, 11. <https://doi.org/10.29122/jstmb.v15i1.4145>
- Rusdi, M., Lestari, M. W., & Hulu, F. N. (2023). River flood early warning system based on Internet of Things in Binjai City. *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)*, 2(4), 42-47. <https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v2i4.161>
- Sagay, S. D. C., & Pangemanan, F. N. (2023). Efektivitas sistem peringatan dini untuk mitigasi bencana banjir di Kota Manado. *Governance*, 3(1), 1-10.
- Wandi, I. A., & Ashari, A. (2023). Monitoring ketinggian air dan curah hujan dalam early warning system bencana banjir berbasis IoT. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentations Systems)*, 13(1), 101-110. <https://doi.org/10.22146/ijeis.83569>
- Widayaka, P. D., Hadi, S., Labib, R. P. M. D., & Marzuki, K. (2022). Komparasi performansi sensor sebagai perangkat pengukuran ketinggian air pada sistem notifikasi banjir.

Jurnal Bumigora Information Technology (BITe), 4(1), 1-10.
<https://doi.org/10.30812/bite.v4i1.1997>

Wikipedia. (n.d.). Artificial intelligence. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence