



Rancangan Aplikasi Pengelolaan Data Gempa Bumi Stasiun Geofisika Nabire Berbasis Web

Oktavianus Frika Tampang¹, Ester Ayuk Pusvita²

^{1,2}Program Studi Informatika STMIK Pesat Nabire, Indonesia

e-mail: oktaagator@gmail.com¹, vityayedida@gmail.com²

Alamat: Jln. Poros Samabusa, Sanoba, Kabupaten Nabire, Papua Tengah 98816

Korespondensi penulis: oktaagator@gmail.com

Abstract. This exploration focuses on the development of a web-grounded operation designed to assist BMKG Nabire in managing earthquake data more efficiently. The main thing is to streamline the process of recording and distributing earthquake information instantly and directly. Employing the Waterfall system as the development frame, the operation is erected to automatically present earthquake records and their corresponding chart visualizations. Also, the system offers colorful data import options, including PDF, Excel, CSV, Word, and PNG formats. The final product is anticipated to significantly enhance the workflow of BMKG labor force in handling seismic information.

Keywords: BMKG, earthquake, information system, seismic data, web operation

Abstrak. Penelitian ini menunjukkan pengembangan sebuah aplikasi yang berbasis web yang ditujukan untuk membantu BMKG Nabire dalam pengelolaan data gempa bumi secara lebih efisien. Tujuan utamanya adalah mempercepat proses pencatatan serta penyebaran informasi gempa bumi secara akurat dan tepat waktu. Sistem ini dirancang dengan pendekatan metode Waterfall sebagai kerangka kerja pengembangannya. Fitur utama dari aplikasi ini mencakup tampilan otomatis data gempa bumi beserta peta lokasinya, serta menyediakan opsi ekspor data dalam format PDF, Excel, CSV, Word, dan PNG. Hasil akhir sistem diharapkan mampu meningkatkan kinerja petugas BMKG dalam menangani data kebencanaan, khususnya yang berkaitan dengan gempa bumi.

Kata kunci: aplikasi web, BMKG, data gempa bumi, informasi gempa bumi, sistem informasi

1. PENDAHULUAN

Secara geografis, wilayah kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik utama yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, Pasifik, dan Filipina. Posisi strategis ini mengakibatkan Indonesia menjadi kawasan dengan tingkat kerentanan gempa bumi yang sangat tinggi. Catatan sejarah membuktikan bahwa wilayah nusantara sering mengalami kejadian seismik yang dapat terjadi sewaktu-waktu tanpa adanya tanda-tanda awal [1]. Data menunjukkan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara dengan frekuensi gempa bumi tertinggi secara global, dimana setiap tahunnya tercatat sekitar 5.000 hingga 6.000 peristiwa gempa bumi yang berhasil dideteksi melalui jaringan pemantauan seismik nasional [2]. Wilayah Nabire di Provinsi Papua di

Received: August 01, 2025; Revised: August 14, 2025; Accepted: August 22, 2025; Published: August 26, 2025

*Corresponding author, oktaagator@gmail.com

identifikasi sebagai zona dengan karakteristik seismik yang aktif karena letaknya berada di jalur pergerakan lempeng tektonik [3]. Dokumentasi historis mencatat bahwa daerah Nabire pernah mengalami berbagai kejadian gempa bumi dengan kekuatan yang cukup besar sehingga menyebabkan kerusakan pada bangunan dan menimbulkan korban[4]. Berdasarkan kajian data seismologi, kawasan Papua khususnya Nabire memiliki kemungkinan terjadinya gempa bumi dengan kekuatan mencapai 7,5 skala Richter mengingat kondisi geologis dan dinamika tektonik di wilayah tersebut [5].

BMKG selaku lembaga yang bertanggung jawab dalam pengawasan aktivitas geofisik mempunyai kewajiban penting untuk melaksanakan monitoring, pengumpulan data, serta penyebarluasan informasi yang berkaitan dengan kejadian seismik di seluruh Indonesia termasuk wilayah Nabire[6]. Sistem pemantauan gempa bumi masa kini membutuhkan penggabungan teknologi sensor seismik modern dengan sistem informasi yang capable dalam mengolah data secara langsung untuk memberikan peringatan dini yang tepat[7]. Namun demikian, mekanisme pengolahan data gempa bumi yang masih bergantung pada cara-cara tradisional seringkali menimbulkan kendala dalam distribusi informasi yang efektif dan cepat kepada publik maupun pihak-pihak terkait[8]. Perkembangan di bidang teknologi informasi dan komunikasi telah membuka kesempatan untuk membangun sistem pengelolaan data berbasis web yang dapat meningkatkan efisiensi operasional dalam menangani informasi seismik[9]. Sistem berbasis web memiliki berbagai kelebihan seperti aksesibilitas yang tidak terbatas waktu dan tempat selama terdapat koneksi internet, serta kemampuan untuk melakukan update data secara real-time[10]. Penerapan sistem informasi geografis berbasis web dapat memperbaiki tampilan visualisasi data seismik dan mempermudah analisis keruangan untuk kepentingan mitigasi bencana[11].

Pembangunan aplikasi web untuk pengelolaan data kebencanaan telah memperlihatkan hasil yang positif dalam meningkatkan kordinasi antar institusi dan kecepatan tanggap dalam kondisi darurat[12]. Penelitian terkini menunjukkan bahwa sistem informasi berbasis web mampu mempercepat penyebaran informasi gempa bumi hingga 60% dibandingkan dengan sistem konvensional[13].

Secara spesifik, sistem ini dirancang untuk menyediakan fitur pencatatan data gempa bumi yang komprehensif, visualisasi lokasi gempa bumi pada peta secara otomatis, serta kemampuan ekspor data dalam berbagai format guna mendukung proses

analisis dan pelaporan. Aplikasi ini juga dirancang untuk menyediakan informasi yang akurat dan terkini bagi warga lokal serta lembaga-lembaga terkait sebagai upaya mitigasi dampak bencana. Dengan demikian, aplikasi ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam mengatasi kendala sistem manual yang selama ini berjalan dan secara signifikan meningkatkan kualitas layanan informasi kebencanaan bagi masyarakat dan pihak terkait.

2. KAJIAN TEORITIS

Sistem informasi dalam manajemen kebencanaan berfungsi sebagai sarana utama untuk menghimpun dan menyebarkan data terkait bencana secara efisien dan tepat sasaran. Dengan dukungan teknologi informasi, sistem ini dapat memperkuat proses pengambilan keputusan guna mengurangi dampak bencana yang mungkin terjadi[14]. Penerapan sistem informasi kebencanaan yang terstruktur dengan baik mampu mempererat sinergi antara lembaga pemerintah dan masyarakat saat menghadapi kondisi darurat. Integrasi data dari berbagai sumber ke dalam sistem memungkinkan dilakukannya penilaian risiko yang lebih luas dan akurat[15]. Teknologi manajemen basis data modern memiliki kontribusi penting dalam menangani data seismik yang besar dan kompleks. Penggunaan sistem basis data yang sesuai dapat meningkatkan kecepatan akses informasi serta menjaga keandalan sistem dalam pengelolaan data gempa bumi[16]. Arsitektur sistem basis data terdistribusi telah terbukti mampu menangani skala data seismik yang tinggi tanpa mengorbankan integritas maupun konsistensinya[17].

Aplikasi mobile juga telah digunakan secara luas sebagai sarana penyampaian peringatan dini gempa bumi dan terbukti efektif dalam meningkatkan kesiapan siaga publik. Fitur utama dari aplikasi ini meliputi penyampaian informasi secara langsung kepada pengguna, pemberian peringatan sebelum guncangan utama, serta penyediaan petunjuk evakuasi yang dapat diakses kapan saja melalui perangkat seluler. Studi oleh Rianda dan timnya menunjukkan bahwa efektivitas sistem ini dipengaruhi oleh media penyampaian peringatan, kesiapan prosedur keselamatan, dan kemampuan masyarakat untuk merespons dengan cepat[18]. Dalam konteks pengelolaan data bencana, keamanan sistem informasi menjadi elemen krusial yang tidak boleh diabaikan. Diperlukan penerapan protokol keamanan yang ketat untuk melindungi data seismik dari potensi akses ilegal yang dapat membahayakan sistem peringatan dini[19]. Selain itu, rancangan antarmuka pengguna yang intuitif dan ramah pengguna dapat membantu meningkatkan

efektivitas penyampaian informasi dan menurunkan tingkat kepanikan saat terjadi situasi darurat[20].

3. METODE PENELITIAN

Studi ini menerapkan framework software engineering dengan mengadopsi model Waterfall sebagai metodologi utama dalam pengembangan aplikasi. Model ini merupakan pendekatan sekuensial yang mengorganisir proses pembangunan sistem melalui serangkaian fase yang terstruktur dan saling berkesinambungan. Pemilihan metodologi ini didasarkan pada kemampuannya dalam menyediakan kerangka kerja yang jelas dan terorganisir untuk konstruksi platform informasi yang efektif.

3.1. Tahapan metode Waterfall

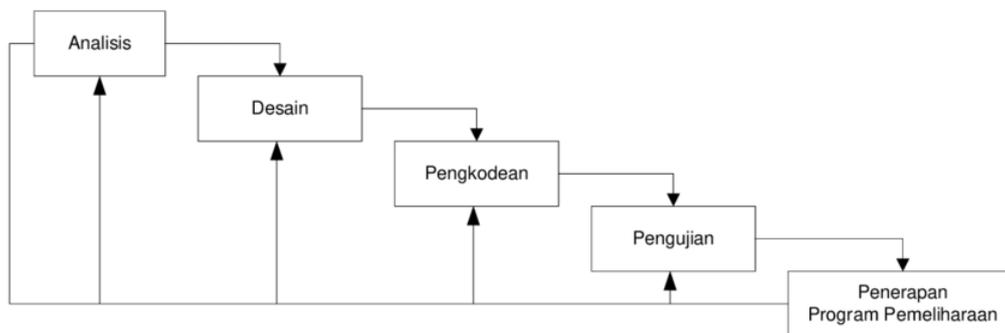
Proses pengembangan menggunakan model waterfall terdiri dari beberapa langkah sistematis yang harus dilaksanakan secara berurutan:

1. Identifikasi dan Spesifikasi Kebutuhan, Pada langkah awal ini, tim pengembang melakukan proses pengumpulan informasi mendalam terkait spesifikasi yang diperlukan dari sistem yang akan dibangun. Aktivitas ini bertujuan memastikan bahwa semua fungsi dan fitur yang diharapkan pengguna dapat terdokumentasi dengan jelas dan komprehensif.
2. Perancangan Sistem, Setelah kebutuhan teridentifikasi, dilakukan penyusunan blueprint teknis aplikasi yang mencakup arsitektur database, struktur perangkat lunak secara keseluruhan, tampilan user interface, serta standar penulisan kode yang akan diterapkan. Pada riset ini, pendekatan logical data model dimanfaatkan dalam pembangunan skema basis data, sementara untuk visualisasi kebutuhan fungsional sistem diterapkan diagram use case dan diagram aktivitas.
3. Implementasi dan Coding, Tahapan selanjutnya melibatkan transformasi rancangan yang telah dibuat menjadi aplikasi yang dapat dijalankan melalui penerapan teknologi pemrograman. Dalam konteks penelitian ini, teknologi yang digunakan meliputi PHP sebagai bahasa server-side, HTML untuk struktur halaman web, dan CSS untuk styling interface.
4. Verifikasi dan Validasi, Langkah final mencakup proses pemeriksaan menyeluruh terhadap aplikasi yang telah dikembangkan untuk memverifikasi bahwa seluruh fungsionalitas berjalan sesuai ekspektasi dan spesifikasi awal. Hal ini dilakukan

untuk mengurangi potensi bug atau error yang mungkin terjadi. Metodologi pengujian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah pendekatan black box testing.

3.2. Metode pengembangan

Waterfall merupakan strategi pembangunan perangkat lunak yang memanfaatkan purwarupa (prototype) sebagai media visualisasi konsep sistem, sehingga stakeholder dan pemilik proyek dapat memperoleh perspektif yang komprehensif mengenai produk akhir yang akan direalisasikan oleh developer.



Gambar 1. Metode pengembangan sistem.

3.2.1. Analisis Kebutuhan

Pada bagian Ini, peneliti mengidentifikasi dan mengumpulkan kebutuhan sistem dari pengguna, khususnya terkait informasi gempa bumi yang dibutuhkan BMKG Nabire. Hasil dari tahap ini menjadi dasar dalam merancang sistem agar sesuai dengan harapan pengguna akhir.

3.2.2. Perancangan Sistem

Perancangan dilakukan dengan pendekatan berorientasi objek, menggunakan use case Diagram dan Activity Diagram untuk memodelkan fungsionalitas sistem. Selain itu, digunakan dalam merancang struktur basis data, memastikan keterhubungan antar data dapat diatur secara efisien.

3.2.3. Implementasi

Setelah tahap desain rampung, aplikasi dibangun dengan memanfaatkan bahasa skrip PHP dan CSS untuk menciptakan tampilan antarmuka. Penyimpanan data dilakukan melalui sistem manajemen basis data MySQL.

3.2.4. Pengujian Sistem

Aplikasi diverifikasi melalui implementasi metode Black Box Testing dengan tujuan mengonfirmasi bahwa seluruh fitur pada platform beroperasi selaras dengan blueprint yang telah ditetapkan sebelumnya. Strategi pengujian ini mengkonsentrasikan evaluasi pada respons sistem terhadap input yang diberikan, dengan mengabaikan arsitektur dan logika pemrograman yang ada di balik layar.

3.2.5. Penerapan dan Pemeliharaan

Sistem yang telah diuji kemudian diimplementasikan dan dijalankan pada lingkungan operasional. Tahap ini juga mencakup pemeliharaan sistem secara berkala untuk memastikan keberlangsungan dan stabilitas kinerjanya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN.

Hasil dari riset ini berupa pengembangan aplikasi web untuk manajemen data seismik yang dapat dimanfaatkan oleh BMKG Nabire dalam proses dokumentasi, monitoring, serta diseminasi informasi gempa bumi dengan cara yang lebih efektif dan terstruktur. Sistem ini memiliki kemampuan untuk menyajikan informasi seismik secara langsung melalui tampilan tabular, representasi grafis, dan visualisasi kartografi yang interaktif, dilengkapi dengan fasilitas unduh data dalam berbagai format seperti PDF, Excel, CSV, Word, dan PNG. Pembangunan aplikasi ini menerapkan metodologi Waterfall yang mencakup rangkaian fase sebagai berikut:

4.1. Tahap Analisis Kebutuhan

Tahap awal penelitian dilakukan dengan identifikasi kebutuhan pengguna melalui observasi terhadap proses kerja BMKG Nabire serta studi dokumentasi sistem yang digunakan sebelumnya. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa BMKG membutuhkan sebuah sistem yang tidak hanya mampu mencatat kejadian gempa bumi, tetapi juga menyajikan data secara visual, mudah diakses oleh berbagai pengguna, serta mendukung pengambilan keputusan cepat melalui penyajian peta lokasi otomatis dan grafik analitik.

Kebutuhan fungsional yang diidentifikasi antara lain:

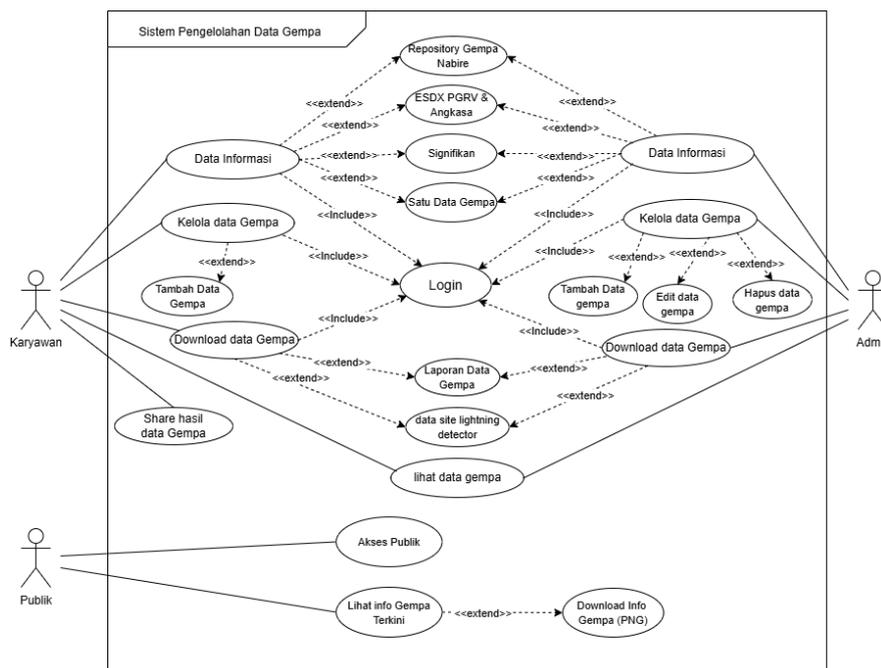
- Pencatatan data gempa bumi meliputi: tanggal, jam, lintang, bujur, magnitudo, kedalaman, lokasi, dan daerah terdampak.

- Visualisasi lokasi gempa bumi pada peta.
- Akses data oleh tiga jenis pengguna: admin, karyawan, dan publik.
- Fitur ekspor dalam berbagai format dokumen.
- Tampilan dashboard interaktif berisi statistik gempa bumi terkini.

4.2. Tahap Desain Sistem

Fase ini melibatkan aktivitas desain arsitektur sistem dengan mengadopsi metodologi object-oriented. Proses perancangan diimplementasikan melalui:

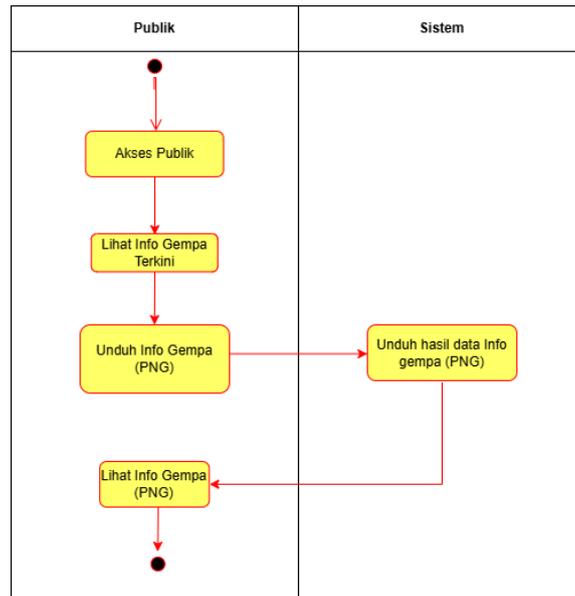
- *Diagram Use Case* menampilkan hubungan interaktif antara berbagai aktor sistem (administrator, staff, serta masyarakat umum) dengan berbagai fungsionalitas aplikasi meliputi proses memasukkan informasi, melakukan modifikasi, menghapus record, mengekspor dataset, dan menampilkan visualisasi peta..



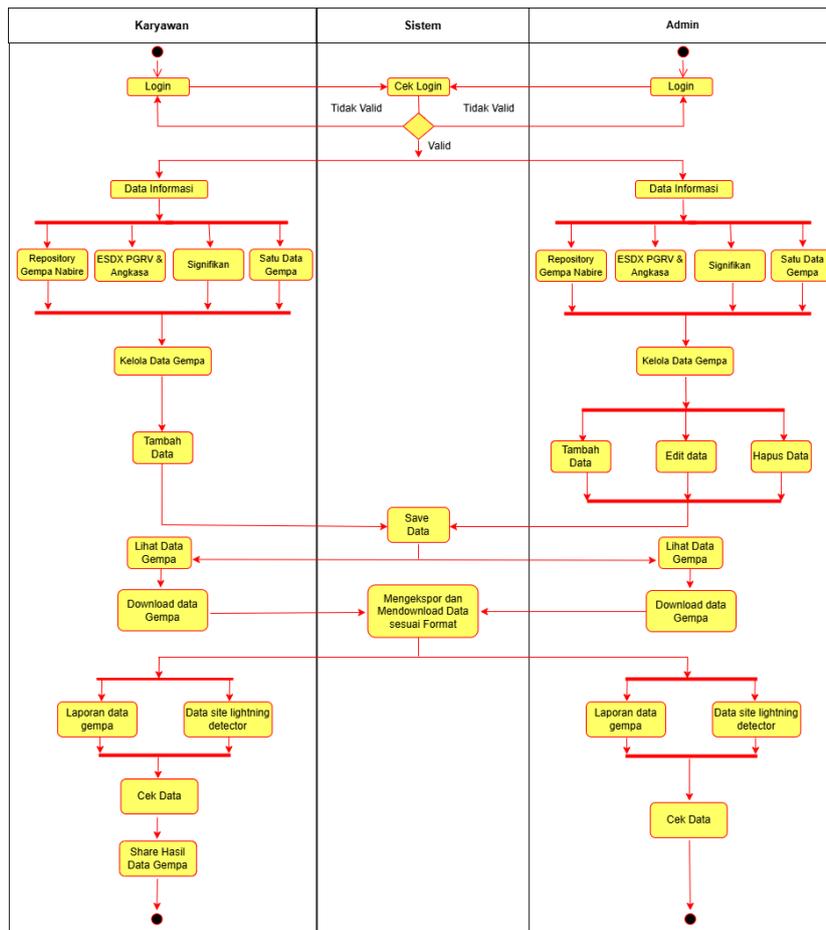
Gambar 2. Diagram use case pengelolaan data gempa bumi

- *Activity Diagram*, menggambarkan alur aktivitas mulai dari login, manajemen data, hingga proses ekspor file.

*Rancangan Aplikasi Pengelolaan Data Gempa Bumi
Stasiun Geofisika Nabire Berbasis Web*



Gambar 3. Diagram aktivitas publik



Gambar 4. Diagram aktivitas karyawan dan admin

Desain antarmuka juga menjadi fokus pada tahap ini. Sistem dibangun dengan prinsip user-friendly dan konsisten secara visual. Template halaman menyesuaikan dengan identitas BMKG dengan palet warna biru dan abu-abu, serta menyertakan sidebar, header, dan ikon yang relevan.

4.3. Tahap Implementasi

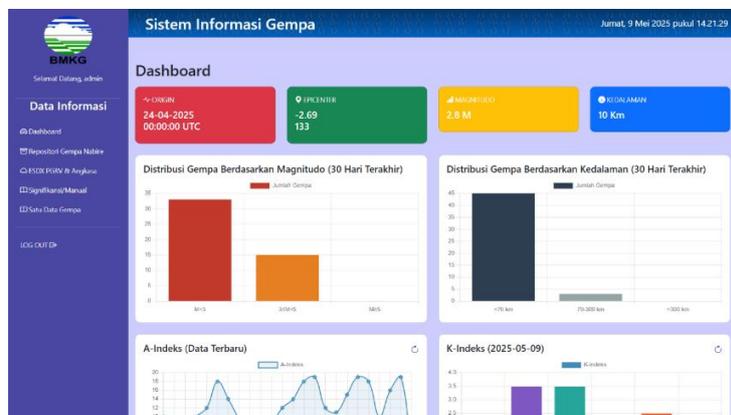
Setelah desain sistem disetujui, dilakukan pengkodean sistem dengan bahasa pemrograman PHP, serta markup dan styling menggunakan HTML, CSS, dan integrasi database dengan MySQL. Tampilan dirancang responsif sehingga dapat diakses melalui perangkat desktop maupun mobile. Fitur utama yang berhasil diimplementasikan antara lain:

- Halaman login dan manajemen hak akses (Admin, Karyawan, Publik).



Gambar 5. Tampilan antarmuka

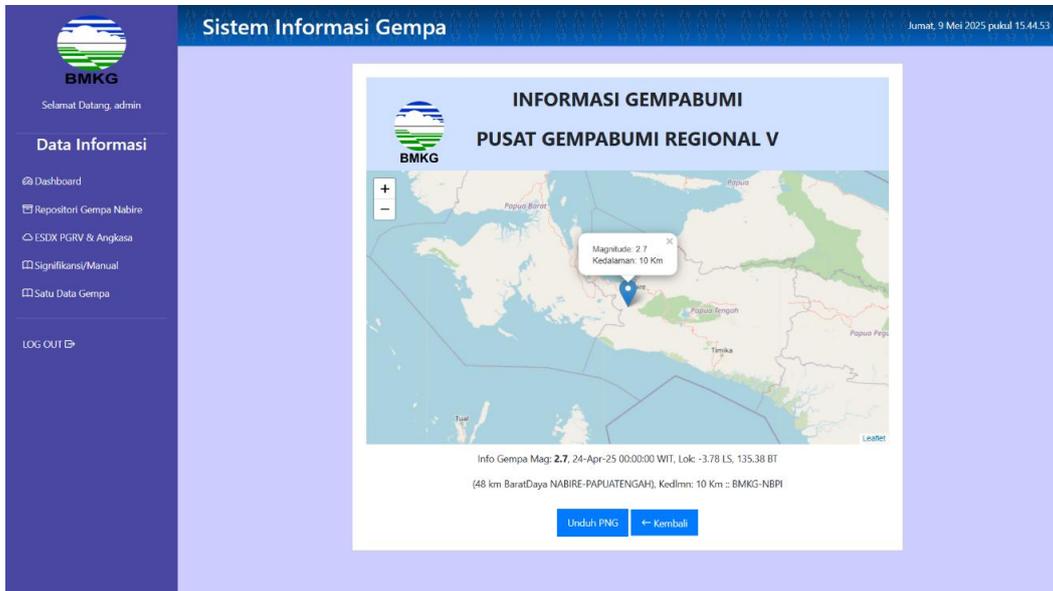
- Halaman dashboard dengan 4 kotak informasi utama (Origin Time, Epicenter, Magnitude, Kedalaman) serta grafik interaktif menggunakan Chart.js.



Gambar 6. Tampilan dashboard

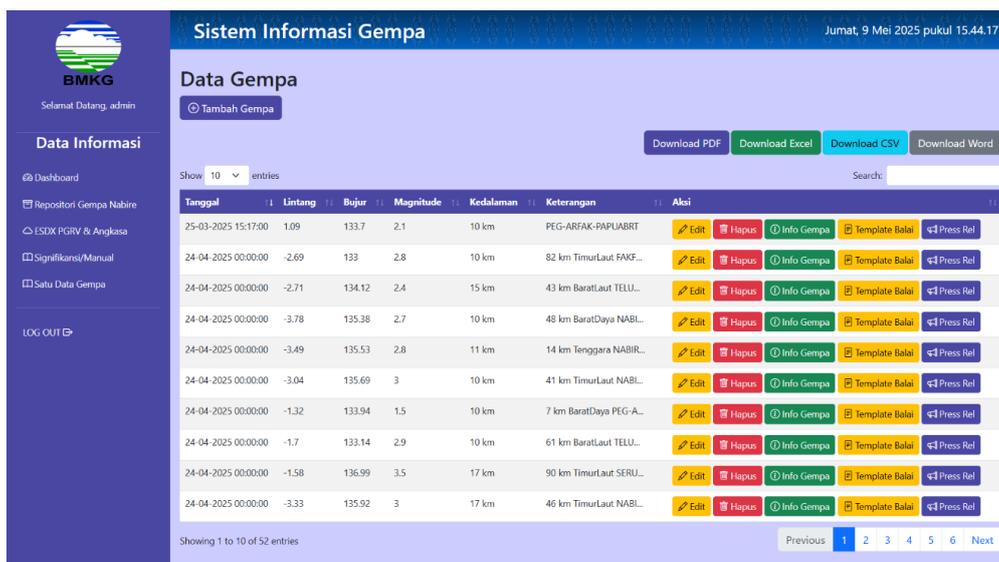
Rancangan Aplikasi Pengelolaan Data Gempa Bumi Stasiun Geofisika Nabire Berbasis Web

- Visualisasi peta lokasi gempa bumi secara otomatis melalui koordinat (lintang dan bujur).



Gambar 7. Halaman info detail gempa bumi

- Halaman manajemen data (gempa bumi, signifikan, dan sdg) yang mendukung operasi CRUD.
- Fitur ekspor data menjadi dokumen PDF, Excel, CSV, Word, dan PNG menggunakan library PHPSpreadsheet dan domPDF.
- Tombol "Lihat Peta", "Unduh", serta tombol aksi (Edit dan Hapus) yang aktif berdasarkan level akses pengguna.



Gambar 8. Repository data gempa bumi

4.4. Tahap Pengujian Sistem

Pada Tahap pengujian di lakukan menggunakan pendekatan *black box testing*, yang menekankan pada pengujian fungsi dari sistem tanpa melihat kode internal. Uji coba dilakukan untuk setiap fitur utama yang mencakup autentikasi pengguna dan pengelolaan hak akses; proses input, edit, dan hapus data gempa bumi; visualisasi peta berdasarkan koordinat; akurasi tampilan grafik statistik; dan fungsi ekspor data ke berbagai format dokumen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur berjalan dengan baik sesuai dengan rancangan. Tidak ditemukan *bug* besar atau kesalahan sistem yang dapat mengganggu operasional. Seluruh file ekspor dapat diunduh dan dibuka dengan baik sesuai formatnya. Sistem juga berhasil menampilkan peta dengan benar berdasarkan koordinat gempa bumi.

Tabel 1. Hasil Kasus Uji Fungsionalitas Sistem

Nama Kasus Uji	Hasil Yang di Harapkan	Hasil Yang di Dapatkan	Validitas
Login Admin	Admin berhasil masuk ke sistem dan diarahkan ke dashboard utama	Berhasil login dan diarahkan ke dashboard	Valid
Tambah Data Gempa bumi	Data gempa bumi baru tersimpan dan muncul pada tabel	Data berhasil disimpan dan ditampilkan di tabel	Valid
Edit Data Gempa bumi	Data yang diedit berubah sesuai input baru	Data berhasil diperbarui sesuai perubahan	Valid
Hapus Data Gempa bumi	Data terhapus dari sistem	Data berhasil dihapus dari database	Valid
Tampilkan Data Gempa bumi	Peta muncul sesuai koordinat lintang dan bujur	Peta ditampilkan dengan lokasi gempa bumi yang akurat	Valid
Unduh Data Dalam format PDF	File PDF terunduh dengan format data gempa bumi yang sesuai	File PDF berhasil diunduh dan format sesuai	Valid
Unduh Data Dalam format Excel	File Excel terunduh dengan struktur tabel data yang benar	File Excel berhasil diunduh dan struktur tabel benar	Valid
Tampilan Dashboard Informasi Gempa bumi	Informasi gempa bumi terbaru ditampilkan secara otomatis di dashboard	Data muncul secara otomatis di dashboard	Valid
Grafik index A dan K	Grafik tampil dengan data sesuai hasil integrasi	Grafik tampil dengan data sesuai hasil integrasi	Valid

Nama Kasus Uji	Hasil Yang di Harapkan	Hasil Yang di Dapatkan	Validitas
User Publik	Dapat melihat data gempa bumi Terbaru dan dapat mengunduh Peta (PNG)	Akses terbatas sesuai peran, hanya bisa melihat dan mengunduh	Valid

4.5. Tahap Implementasi dan Pemeliharaan

Setelah melalui tahap pengujian, sistem diimplementasikan dalam lingkungan lokal dan telah diujicobakan oleh beberapa staf BMKG Nabire. Sistem berjalan dengan baik, mampu mengolah data secara cepat, serta memberikan pengalaman pengguna yang memadai. Untuk tahap pemeliharaan, telah disiapkan dokumentasi sistem serta pembagian hak akses untuk memudahkan operasional jangka panjang. Admin bertugas melakukan pembaruan dan perbaikan jika dibutuhkan, sementara staf karyawan hanya diberi akses melihat dan menambah data tanpa bisa mengubah struktur. Secara keseluruhan, sistem memberikan kemudahan dalam manajemen data gempa bumi, meningkatkan efisiensi penyebaran informasi, serta mendukung tugas BMKG dalam memberikan layanan informasi bencana secara cepat dan akurat kepada publik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil menghasilkan sebuah aplikasi pengelolaan data gempa bumi berbasis web yang ditujukan untuk mendukung kegiatan pencatatan dan penyebaran informasi gempa bumi di wilayah kerja BMKG Nabire. Berdasarkan hasil pengujian sistem, aplikasi mampu menampilkan data gempa bumi secara otomatis, baik dalam bentuk tabel maupun visualisasi peta, serta menyediakan fitur unduhan dalam berbagai format seperti PDF, Excel, Word, CSV, dan PNG. Sistem ini juga menyediakan hak akses berbeda untuk tiga kategori pengguna, yaitu admin, karyawan, dan publik, yang seluruhnya telah diuji dan berjalan sesuai dengan rancangan awal. Secara keseluruhan, aplikasi ini memberikan kontribusi positif dalam efisiensi manajemen data gempa bumi, terutama dalam meningkatkan kecepatan penyampaian informasi kepada masyarakat dan pemangku kebijakan. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain belum adanya integrasi data gempa bumi secara *real-time* langsung dari sistem BMKG pusat, serta belum diterapkannya sistem notifikasi atau peringatan dini berbasis sistem.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pengembangan selanjutnya dapat mencakup integrasi API resmi dari BMKG agar data gempa bumi dapat diperbarui secara otomatis tanpa input manual, serta menambahkan fitur notifikasi kepada publik melalui email atau pesan instan untuk meningkatkan kesiapsiagaan. Penelitian mendatang juga dapat memperluas cakupan wilayah tidak hanya pada Kabupaten Nabire, tetapi juga pada wilayah-wilayah rawan gempa bumi lainnya di Indonesia untuk mendukung sistem informasi mitigasi bencana yang lebih luas dan adaptif. Selain itu, kehadiran aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional petugas BMKG Nabire dalam mengelola data, mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan laporan, dan mempercepat diseminasi informasi kepada publik. Selain itu, arsitektur dan metodologi pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki potensi replikasi yang tinggi untuk stasiun-stasiun BMKG di wilayah lain di Indonesia yang memiliki karakteristik dan kebutuhan serupa, sehingga dapat berkontribusi pada penguatan sistem peringatan dini nasional yang lebih terintegrasi dan responsif.

DAFTAR REFERENSI

- [1] D. Monardo, “Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2020-2024 Rencana Nasional,” 2022.
- [2] J. Rizal, A. Y. Gunawan, S. W. Indratno, and I. Meilano, “Seismic Activity Analysis of Five Major Earthquake Source Segments in the Sumatra Megathrust Zone: Each Segment and Two Adjacent Segments Points of View,” *Bull. New Zeal. Soc. Earthq. Eng.*, vol. 56, no. 2, pp. 55–70, 2023, doi: 10.5459/bnzsee.1555.
- [3] H. Ghasemi, P. Cummins, G. Weatherill, C. McKee, M. Hazelwood, and T. Allen, *Seismotectonic model and probabilistic seismic hazard assessment for Papua New Guinea*, vol. 18, no. 15. Springer Netherlands, 2020. doi: 10.1007/s10518-020-00966-1.
- [4] R. Silvianis and L. Dwiridal, “Estimation of Earthquake Intensity and Peak Ground Acceleration in West Java Using the MC Guire and the Lin & Lee Method,” vol. 8, no. 3, pp. 331–337, 2024.
- [5] S. J. Hutchings and W. D. Mooney, “The Seismicity of Indonesia and Tectonic Implications,” *Geochemistry, Geophys. Geosystems*, vol. 22, no. 9, pp. 1–42, 2021, doi: 10.1029/2021GC009812.
- [6] B. Meteorologi *et al.*, “Badan meteorologi, klimatologi, dan geofisika,” 2019.
- [7] Z. Cheng, C. Peng, and M. Chen, “Real-Time Seismic Intensity Measurements Prediction for Earthquake Early Warning: A Systematic Literature Review,” *Sensors*, vol. 23, no. 11, pp. 1–23, 2023, doi: 10.3390/s23115052.

- [8] M. S. Abdalzaher, M. Krichen, and F. Falcone, “Emerging technologies and supporting tools for earthquake disaster management: A perspective, challenges, and future directions,” *Prog. Disaster Sci.*, vol. 23, no. July, p. 100347, 2024, doi: 10.1016/j.pdisas.2024.100347.
- [9] R. Wahyudi and T. Astuti, “Sistem Informasi Geografis (Sig) Pemetaan Bencana Alam Kabupaten Banyumas Berbasis Web,” *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 55–65, 2019, doi: 10.34010/jati.v9i1.1448.
- [10] D. Prasetyo, A. Y. Mauko, and A. C. Kolokota, “Perancangan Sistem Informasi Geografis Pemetaan Wilayah Rawan Bencana Alam,” *J. Digit.*, vol. 12, no. 2, p. 123, 2022, doi: 10.51920/jd.v12i2.289.
- [11] S. K. Nur, Sukardi, and K. Maitano, “Sistem Informasi Geografis Pemetaan Bencana Alam Di Provinsi Sulawesi Tengah,” *J. Indones. Manaj. Inform. dan Komun.*, vol. 4, no. 1, pp. 129–139, 2023, doi: 10.35870/jimik.v4i1.132.
- [12] S. Prayesti, A. I. Hadiana, and F. R. Umbara, “Sistem Informasi Manajemen Penanggulangan Bencana Alam di Kabupaten Bandung Barat,” *Informatics Digit. Expert*, vol. 2, no. 1, pp. 19–22, 2020, doi: 10.36423/ide.v2i1.428.
- [13] S. Husrin *et al.*, “TSUNAMI DI PANGANDARAN MAPPING OF BENTHIC HABITATS ON CORAL REEF ECOSYSTEM,” 2021.
- [14] M. M. Muflih, “Analisis Dan Rancangan Sistem Informasi Manajemen Kebencanaan Wilayah Kalimantan Selatan,” *Technol. J. Ilm.*, vol. 13, no. 1, p. 83, 2022, doi: 10.31602/tji.v13i1.6497.
- [15] sena G. Muetya, M. Rifai, and M. santoso, teguh, panji, “NUSANTARA : Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial Perpajakan,” *Nusant. J. Ilmu Pengetah. Sos.*, vol. 9, no. 4, pp. 1483–1490, 2022.
- [16] A. Priswanto *et al.*, “Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Berbasis Iot Untuk Pemantauan Seismisitas Gunung Berapi Secara Real-Time Dari Jarak Jauh,” p. 105, 2019.
- [17] “Arsitektur Database Terdistribusi untuk Sistem Informasi Gempa bumi Bumi Real-time.,” *Pharmacogn. Mag.*, vol. 75, no. 17, pp. 399–405, 2021.
- [18] D. Primanda, M. Nofrini Burga, A. Juliansyah, and N. Nurfauziah, “Efektivitas Aplikasi Info Bmkg Dalam Memberikan Informasi Cuaca Dan Bencana Terhadap Masyarakat Kota Tangerang Selatan,” *Neo Politea*, vol. 3, no. 2, pp. 1–9, 2022, doi: 10.53675/neopolitea.v3i2.1013.
- [19] Ranto, “Membangun Frontend Website Sistem Infomasi Pemantauan Dan Peringatan Dini Bencana Tsunami Berbasis Iot Dengan Menggunakan Library Reactjs,” pp. 01–65, 2023.
- [20] S. Alif, P. Nasution, H. Wulandari, and R. D. Arista, “Perancangan UI / UX Aplikasi Moblie Pertolongan Pertama Dengan Metode Prototipe Interaksi Untuk Meningkatkan Respon Darurat,” vol. 5, no. 1, pp. 14–23, 2024, doi: 10.47065/bulletincsr.v5i1.432.