

Pengembangan Dashboard Visualisasi Dampak Gempa dan Tsunami Berbasis Web untuk Meningkatkan Kesiapsiagaan Masyarakat

Muhammad Yorri Afarlin

Pembimbing: Samuel Ady Sanjaya, S.T., M.T. dan Ahmad Faza, S.Kom., M.T.I.

Universitas Multimedia Nusantara

Jalan Scientia Boulevard, Gading Serpong, Tangerang, Banten 15810

Muhammad.yorri@student.umn.ac.id, samuel.ady@umn.ac.id, ahmad.faza@umn.ac.id

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak bencana alam di Indonesia dengan menggunakan data statistik terkait korban terdampak serta teknik clustering untuk pengelompokan wilayah berdasarkan tingkat dampak. Data yang digunakan mencakup informasi dari berbagai wilayah di Indonesia dalam rentang waktu tertentu. Metodologi penelitian melibatkan analisis deskriptif untuk memetakan wilayah terdampak, serta K-Means Clustering untuk mengidentifikasi klaster dampak. Visualisasi data diwujudkan melalui dashboard berbasis web untuk mendukung pengambilan keputusan strategis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah Sumatera Barat dan Sulawesi Tengah memiliki tingkat dampak signifikan, dengan korban meninggal, terluka, dan mengungsi yang tinggi. Dashboard yang dihasilkan memudahkan pemangku kepentingan dalam memahami pola

dampak bencana, sehingga mendukung perencanaan mitigasi yang lebih efektif. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam manajemen risiko bencana berbasis data di Indonesia.

Kata kunci — *Bencana, Gempa Bumi, Tsunami, Clustering, Korban.*

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan risiko bencana yang tinggi karena letaknya di pertemuan tiga lempeng tektonik utama: Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Posisi geografis ini menjadikan Indonesia salah satu wilayah paling rawan terhadap gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung berapi. Selain itu, perubahan iklim global meningkatkan risiko bencana hidrometeorologi

seperti banjir dan tanah longsor. Bencana-bencana ini berdampak signifikan, baik terhadap korban jiwa maupun kerugian material, seperti kerusakan infrastruktur, gangguan ekonomi, dan dampak sosial jangka panjang[1].

Upaya mitigasi bencana di Indonesia telah berkembang seiring waktu, namun tingkat kerentanan wilayah dan kapasitas mitigasi yang bervariasi mengharuskan pendekatan berbasis data untuk meningkatkan efektivitas strategi mitigasi. Pemanfaatan data statistik yang valid dan visualisasi berbasis web dapat membantu mengidentifikasi wilayah yang memerlukan intervensi prioritas[2]. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan berbasis data melalui analisis statistik dan clustering untuk mendukung perencanaan mitigasi bencana yang strategis dan efisien. Dengan memanfaatkan teknologi seperti dashboard visualisasi, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan alat yang intuitif bagi pengambil kebijakan dalam merancang langkah-langkah mitigasi[3].

Penelitian ini berfokus pada dua tujuan utama yaitu mengidentifikasi wilayah di Indonesia dengan tingkat dampak bencana tertinggi menggunakan analisis clustering, dan menyajikan hasil analisis dalam bentuk dashboard visualisasi berbasis web untuk mempermudah akses informasi dan pengambilan keputusan[4]. Kombinasi pendekatan analitik dan visualisasi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mengurangi dampak bencana di masa depan.

II. METODOLOGI

Penelitian dataset pertama menggunakan pendekatan berbasis data yang menggabungkan beberapa tahapan analisis untuk memberikan hasil yang komprehensif. Data yang dianalisis mencakup jumlah korban meninggal, terluka, hilang, dan mengungsi serta kerusakan infrastruktur di berbagai wilayah terdampak bencana. Data ini diperoleh dari sumber-sumber resmi, termasuk Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), serta artikel jurnal yang relevan untuk mendukung validitas penelitian[5]. Proses analisis dimulai dengan tahap pengumpulan data. Data diambil dari laporan tahunan BNPB yang mencakup rentang waktu tertentu. Tahap ini diikuti dengan preprocessing data, di mana data yang diperoleh dibersihkan dari nilai yang hilang atau tidak valid. Langkah ini dilakukan untuk memastikan bahwa analisis

dilakukan dengan data berkualitas tinggi yang representatif. Selanjutnya, data dianalisis secara deskriptif untuk memahami distribusi dampak bencana di berbagai wilayah. Visualisasi yang dihasilkan, seperti peta distribusi korban dan diagram batang, memberikan gambaran intuitif tentang wilayah-wilayah yang paling terdampak. Pada tahap berikutnya, metode clustering diterapkan untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan tingkat dampaknya. Algoritma K-Means Clustering digunakan karena keandalannya dalam mengidentifikasi pola dalam data besar dan multidimensi[6]. Metodologi ini dirancang untuk tidak hanya menghasilkan analisis yang akurat, tetapi juga untuk memberikan rekomendasi yang dapat langsung diterapkan. Dengan demikian, penelitian ini memadukan pendekatan teknis dan praktis untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam mitigasi bencana. Lalu penelitian dataset kedua mengadopsi pendekatan kuantitatif deskriptif data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Banten dengan fokus pada analisis data sekunder kejadian gempa bumi di Provinsi Banten selama periode 2019-2023. Proses pengolahan data dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan yaitu dengan mengumpulkan dan memvalidasi data dari sumber resmi, mengkategorisasi data berdasarkan variabel penelitian, menganalisis statistik menggunakan perangkat lunak pengolahan data, memvisualisasi data dalam bentuk grafik dan diagram untuk memudahkan interpretasi, dan menganalisis komprehensif untuk mengidentifikasi pola dan tren. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menghasilkan interpretasi yang mendalam dan objektif terhadap fenomena seismik di wilayah studi[7].

III. PEMBAHASAN DAN HASIL

Gempa dan tsunami merupakan salah satu bencana alam yang paling merusak, yang dapat menyebabkan kerusakan besar dan korban jiwa. Manajemen bencana gempa dan tsunami melibatkan beberapa aspek penting, seperti sistem peringatan dini, dan dampak bencana. Aspek yang perlu diperhatikan dalam pengembangan visualisasi Dashboard adalah sebagai berikut:

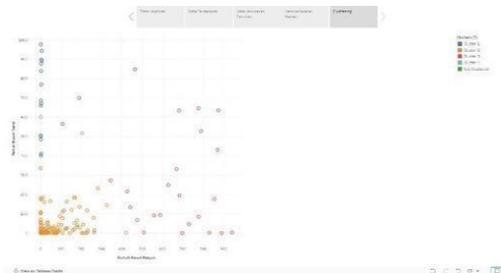


Gambar 1. Dashboard Korban Terdampak

Analisis data menunjukkan bahwa wilayah Sumatera Barat dan Sulawesi Tengah termasuk dalam klaster dengan tingkat dampak tertinggi. Hal ini terlihat dari jumlah korban yang signifikan, termasuk korban meninggal, terluka, dan mengungsi. Pada visualisasi peta persebaran korban, kedua wilayah ini ditandai dengan warna merah, menunjukkan konsentrasi dampak yang sangat tinggi. Dalam diagram batang, terlihat bahwa Sumatera Barat mencatat lebih dari 20.000 korban terdampak, sementara Sulawesi Tengah juga menunjukkan pola serupa dengan jumlah korban yang tinggi[8].

Data yang diperoleh dari BNPB menunjukkan bahwa wilayah Sumatera Barat dan Sulawesi Tengah memiliki jumlah korban yang sangat tinggi dibandingkan wilayah lain. Total korban meninggal di Sumatera Barat mencapai 101 orang pada salah satu kejadian besar, sementara di Sulawesi Tengah, jumlah korban meninggal melebihi 90 orang pada kejadian tertentu. Selain itu, kedua wilayah ini juga mencatat jumlah korban terluka yang signifikan, menunjukkan kerentanan infrastruktur terhadap bencana besar.

Wilayah lain, seperti Jawa Tengah, mencatat jumlah korban yang lebih rendah tetapi tetap signifikan dalam kategori terluka dan mengungsi. Data ini menegaskan pentingnya pendekatan yang berbeda untuk mitigasi di setiap wilayah, berdasarkan karakteristik dampak yang terjadi[9].



Gambar 2. Dashboard Clustering

Teknik clustering yang diterapkan menghasilkan empat klaster utama. Klaster pertama mencakup wilayah dengan tingkat kerusakan rumah berat dan jumlah korban tinggi, seperti Sumatera Barat dan Sulawesi Tengah. Klaster kedua mencakup wilayah dengan tingkat kerusakan rumah sedang namun jumlah korban relatif rendah, seperti Jawa Tengah. Klaster ketiga terdiri dari wilayah dengan kerusakan ringan, yang sebagian besar berada di luar zona aktif lempeng tektonik. Klaster keempat mencakup wilayah dengan tingkat kerusakan minimal dan dampak sosial ekonomi yang rendah[10].

Teknik K-Means Clustering yang diterapkan pada menghasilkan empat klaster utama:

Cluster 1 (Dampak Sangat Tinggi): Wilayah ini mencakup Sumatera Barat dan Sulawesi Tengah. Wilayah-wilayah ini menunjukkan jumlah korban meninggal dan terluka yang sangat besar, serta tingginya angka pengungsian. Intervensi di klaster ini harus mencakup pembangunan infrastruktur tahan gempa, penguatan sistem peringatan dini, dan pelatihan evakuasi masyarakat[11].

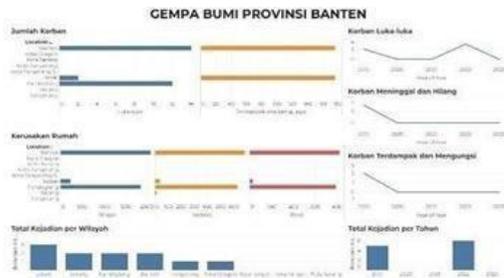
Cluster 2 (Dampak Tinggi): Wilayah seperti Jawa Tengah termasuk dalam klaster ini. Meskipun jumlah korban meninggal lebih rendah dibandingkan klaster pertama, angka pengungsian dan kerusakan infrastruktur tetap tinggi. Fokus mitigasi di sini adalah pada penguatan fasilitas evakuasi dan pendidikan masyarakat tentang kesiapsiagaan bencana.

Cluster 3 (Dampak Sedang): Wilayah dengan dampak bencana yang lebih rendah tetapi tetap signifikan, seperti sebagian wilayah Kalimantan. Di wilayah ini, edukasi dan pelatihan masyarakat menjadi prioritas utama untuk meningkatkan kesiapsiagaan[12].

Cluster 4 (Dampak Rendah): Wilayah yang relatif aman dari dampak besar, seperti sebagian besar Papua. Wilayah ini tetap memerlukan pemantauan untuk memastikan kesiapsiagaan terhadap bencana yang mungkin terjadi di masa depan.

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa wilayah dengan tingkat kerusakan tinggi memerlukan intervensi prioritas dalam hal mitigasi bencana. Sebagai contoh, pembangunan infrastruktur tahan gempa, peningkatan sistem peringatan dini, dan pelatihan evakuasi di masyarakat menjadi langkah penting untuk mengurangi jumlah korban di masa depan. Selain itu, pemetaan klaster ini memberikan wawasan strategis dalam

alokasi sumber daya, memastikan wilayah yang paling terdampak mendapatkan perhatian yang memadai.



Gambar 3. Dashboard Dampak di Banten

Analisis temporal mengungkap dinamika yang signifikan dalam kejadian gempa di Provinsi Banten. Tahun 2019 tercatat sebagai periode dengan intensitas tinggi (5 kejadian), diikuti fase penurunan aktivitas seismik pada 2020-2021, namun mengalami peningkatan drastis menjadi 6 kejadian di tahun 2022. Pola ini mengindikasikan adanya siklus aktivitas seismik yang perlu diantisipasi dalam perencanaan mitigasi bencana[13].

Dalam aspek dampak terhadap populasi, data menunjukkan tren positif dimana angka korban luka-luka mengalami penurunan gradual dari 2019 hingga 2021, meski terdapat sedikit peningkatan di 2022 sebelum kembali menurun di 2023. Lebih mengembirakan, statistik korban meninggal dan hilang menunjukkan penurunan drastis sejak puncaknya di 2019, mengindikasikan efektivitas upaya mitigasi bencana yang telah diimplementasikan.

Analisis spasial mengidentifikasi Kabupaten Pandeglang sebagai wilayah dengan tingkat kerentanan tertinggi, tercermin dari dominasinya dalam statistik kerusakan infrastruktur di semua kategori. Kabupaten Lebak mencatatkan frekuensi kejadian gempa tertinggi (3 kejadian), diikuti Serang, Pandeglang, dan Banten (masing-masing 2 kejadian), membentuk pola konsentrasi di wilayah selatan provinsi.

Evaluasi kerusakan infrastruktur menunjukkan distribusi yang tidak merata, dengan Pandeglang dan Banten mendominasi kategori kerusakan ringan, sementara Pandeglang sendiri mencatatkan angka tertinggi untuk kerusakan sedang dan berat. Pola ini menyoroti kebutuhan mendesak akan penguatan standar konstruksi dan implementasi regulasi bangunan yang lebih ketat[14].

Analisis korban terdampak memperlihatkan penurunan signifikan dari puncaknya di 2019 hingga 2023, mengindikasikan peningkatan efektivitas sistem peringatan dini dan kesadaran masyarakat. Faktor-faktor yang mempengaruhi variasi dampak mencakup kondisi geologis, kepadatan penduduk, kualitas infrastruktur, kesiapsiagaan masyarakat, dan efektivitas sistem mitigasi.

Berdasarkan dashboard visualisasi tersebut, beberapa rekomendasi strategis diusulkan yaitu pemetaan mikrozonasi detail di wilayah rawan, penguatan struktur bangunan dan peningkatan standar konstruksi, intensifikasi program edukasi dan pelatihan tanggap bencana, dan optimalisasi koordinasi antar wilayah dalam penanganan bencana. Kesimpulannya, implementasi rekomendasi yang diusulkan diharapkan dapat berkontribusi pada pengurangan risiko dan peningkatan ketahanan masyarakat Provinsi Banten terhadap bencana gempa bumi di masa mendatang, dengan penekanan khusus pada wilayah-wilayah yang teridentifikasi memiliki kerentanan tinggi[15].

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi wilayah dengan tingkat dampak tinggi terhadap korban akibat bencana alam di Indonesia. Hasil clustering memberikan wawasan penting mengenai distribusi dampak korban, yang dapat digunakan untuk mendukung perencanaan mitigasi berbasis data[16]. Wilayah seperti Sumatera Barat dan Sulawesi Tengah memerlukan perhatian khusus dalam strategi mitigasi. Penelitian ini juga menunjukkan pentingnya penggunaan teknologi analitik dalam manajemen risiko bencana untuk mengoptimalkan respons dan pengurangan dampak korban di masa depan.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa data korban dari data BNPB dapat digunakan secara efektif untuk memberikan wawasan strategis dalam mitigasi bencana di Indonesia. Teknik clustering membantu mengelompokkan wilayah berdasarkan tingkat dampaknya, sehingga memudahkan pengambilan keputusan terkait alokasi sumber daya. Dashboard visualisasi yang dikembangkan menjadi alat yang bermanfaat untuk mendukung perencanaan mitigasi berbasis data[17].

Dan untuk secara keseluruhan pada data dampak Provinsi Banten, meski terdapat perbaikan signifikan dalam manajemen bencana gempa bumi di Provinsi Banten, masih diperlukan upaya berkelanjutan untuk

meningkatkan ketahanan wilayah dan masyarakat. Fokus khusus perlu diberikan pada penguatan infrastruktur di wilayah rentan dan peningkatan kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana. Data BPS Provinsi Banten ini menjadi landasan penting bagi pengambilan kebijakan dan perencanaan mitigasi bencana yang lebih efektif[18].

Dengan harapan, penelitian ini dapat diperluas dengan analisis data real-time dan integrasi faktor sosial-ekonomi untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif. Dengan demikian, upaya mitigasi bencana di Indonesia dapat lebih efektif dan efisien.