

WebGIS Bangunan Infrastruktur Berpotensi Terdampak Kejadian Gempa Menggunakan Web Framework Geodjango

Asfi Dian Ahmadi, Agung Budi Cahyono, dan Mohammad Rohmaneo Darminto
Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: agungbc@geodesy.its.ac.id

Abstrak—Gempa bumi menjadi salah satu bencana alam yang paling berdampak pada kerusakan infrastruktur dan bangunan di Indonesia. Dalam upaya penyelenggaraan penanggulangan bencana, pengkajian secara cepat dan tepat untuk menentukan tingkat kerusakan dan kebutuhan upaya penanggulangannya merupakan kegiatan yang penting dilakukan pada saat tahap tanggap darurat. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui Satuan Tugas Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana melakukan kajian secara cepat untuk mengidentifikasi bangunan infrastruktur yang berpotensi terdampak suatu kejadian gempa yang disusun menjadi sebuah infografis. Sebuah sistem informasi bangunan infrastruktur berpotensi terdampak oleh kejadian gempa berbasis web perlu dibuat sehingga dapat mempermudah pengolahan dan penyampaian informasi mengenai bangunan infrastruktur yang berpotensi terdampak. Dalam perancangan *WebGIS* ini, GeoDjango digunakan sebagai web application framework. GeoDjango merupakan web framework yang dirancang untuk penyusunan aplikasi geospasial menjadi sederhana mungkin. Sebuah prototype *WebGIS* telah berhasil dibuat dan dipublikasikan dengan nama INFRAGempa, *WebGIS* ini terdiri dari 4 halaman menu utama yang terdiri dari halaman menu 'Beranda'; halaman menu 'Kluster Gempa'; halaman menu 'Data Gempa'; dan halaman menu 'Dashboard Peta' serta dilengkapi dengan fitur-fitur yang dapat digunakan ketika mengakses situs web. Selain itu dilakukan pengelompokan data kejadian gempa berdasarkan kekuatan dan estimasi dampak terhadap bangunan infrastruktur dengan algoritma K-Means dan didapatkan 3 kluster dengan frekuensi data tiap kluster masing-masing 1225, 497, dan 87. Nilai persentase kelayakan *WebGIS* INFRAGempa didapatkan dengan uji usability sebesar 89% dengan predikat sangat baik.

Kata Kunci—GeoDjango, Gempa, K-Means Clustering, WebGIS.

I. PENDAHULUAN

GEMPA bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Penyebab terjadinya gempa bumi dihasilkan dari pergerakan/pergeseran lapisan batuan yang berada di kulit bumi secara tiba-tiba dikarenakan pergerakan lempengan tektonik, aktivitas ini disebut dengan gempa bumi tektonik [1]. Indonesia merupakan salah satu negara yang sangat rentan terhadap bencana gempa bumi. Hal tersebut disebabkan oleh posisi geologis Indonesia yang berada pada pertemuan 3 lempeng litosferik besar, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Indo-Australia. Adanya pertemuan 3 lempeng ini mengakibatkan banyaknya gaya interaksi antar-lempeng yang senantiasa menekan dan menggeser berbagai patahan yang tersebar di seluruh bagian Indonesia, baik di daratan maupun di dasar lautan [2].

Gempa bumi menjadi salah satu bencana alam yang paling berdampak pada kerusakan infrastruktur dan bangunan.

Seperti yang terjadi di Lombok pada bulan Agustus tahun 2018, gempa bumi dengan kekuatan 7,0 SR mengakibatkan robohnya puluhan ribu bangunan serta merusakkan infrastruktur jalan dan jembatan [3]. Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana, penyelenggaraan penanggulangan bencana terdiri dari tahap prabencana; tanggap darurat; dan pasca bencana. Salah satu kegiatan pada saat tanggap darurat adalah pengkajian secara cepat dan tepat untuk menentukan tingkat kerusakan dan kebutuhan upaya penanggulangannya [4]. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui Satuan Tugas Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana melakukan kajian secara cepat untuk mengidentifikasi bangunan infrastruktur yang berpotensi terdampak suatu kejadian gempa dengan melakukan analisis geospasial yang disusun menjadi sebuah infografis dan dipublikasikan melalui tautan *web* <https://sitaba2.pu.go.id/infografis>. Akan tetapi terdapat kekurangan dari proses pengolahan dan penyajian yang telah ada, dimana diperlukan pengolahan data menggunakan perangkat lunak pengolahan data spasial pada tiap kejadian gempa serta penyajian data yang kurang interaktif dikarenakan dalam bentuk infografis.

WebGIS merupakan sebuah sistem yang memiliki akses ke internet untuk menangkap, menyimpan, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data yang berkaitan dengan lokasi tanpa perlu memiliki perangkat lunak pengolahan sistem informasi geografis [5]. GeoDjango merupakan *web* application framework yang dirancang untuk penyusunan aplikasi geospasial yang dikembangkan dari Django *web* framework. GeoDjango membuat pengembangan aplikasi *WebGIS* menjadi sederhana mungkin [6].

Dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan sistem informasi bangunan infrastruktur yang berpotensi terdampak oleh kejadian gempa berbasis *web* dari data bangunan infrastruktur yang didapatkan dari Kementerian PUPR dan data gempa yang didapatkan dari dataset gempa USGS menggunakan *web framework* GeoDjango. Selanjutnya, akan dilakukan analisis pengelompokan data gempa menggunakan algoritma *K-Means clustering* untuk mengidentifikasi kluster yang terbentuk dari magnitudo dan jumlah infrastruktur yang berpotensi terdampak oleh kejadian gempa. Dengan adanya sistem *WebGIS* ini diharapkan dapat mempermudah pengolahan dan penyampaian informasi mengenai bangunan infrastruktur yang berpotensi terdampak kejadian gempa yang dapat diakses oleh instansi-instansi terkait serta masyarakat umum secara cepat kapanpun dan dimanapun melalui jaringan internet.



Gambar 1. Lokasi penelitian.

Tabel 1. Skala Likert.

Peringkat	Poin (Nilai)
Sangat Tidak Setuju (STS)	1
Tidak Setuju (TS)	2
Netral/Cukup (N)	3
Setuju (S)	4
Sangat Setuju (SS)	5

Tabel 2. Konversi Persentase Kelayakan.

Persentase Kelayakan	Kriteria (predikat)
81% - 100%	Sangat Baik
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup
21% - 40%	Kurang
< 20%	Sangat Kurang

Tabel 3. Hasil Clustering Data Kejadian Gempa.

Kluster	Centroid		Kluster
	Magnitudo	Jumlah Data Infrastruktur Berpotensi Terdampak	
Kluster 0	0,03528	0,02013	Kluster 0
Kluster 1	0,19661	0,04932	Kluster 1
Kluster 2	0,53038	0,15827	Kluster 2

II. METODOLOGI PENELITIAN

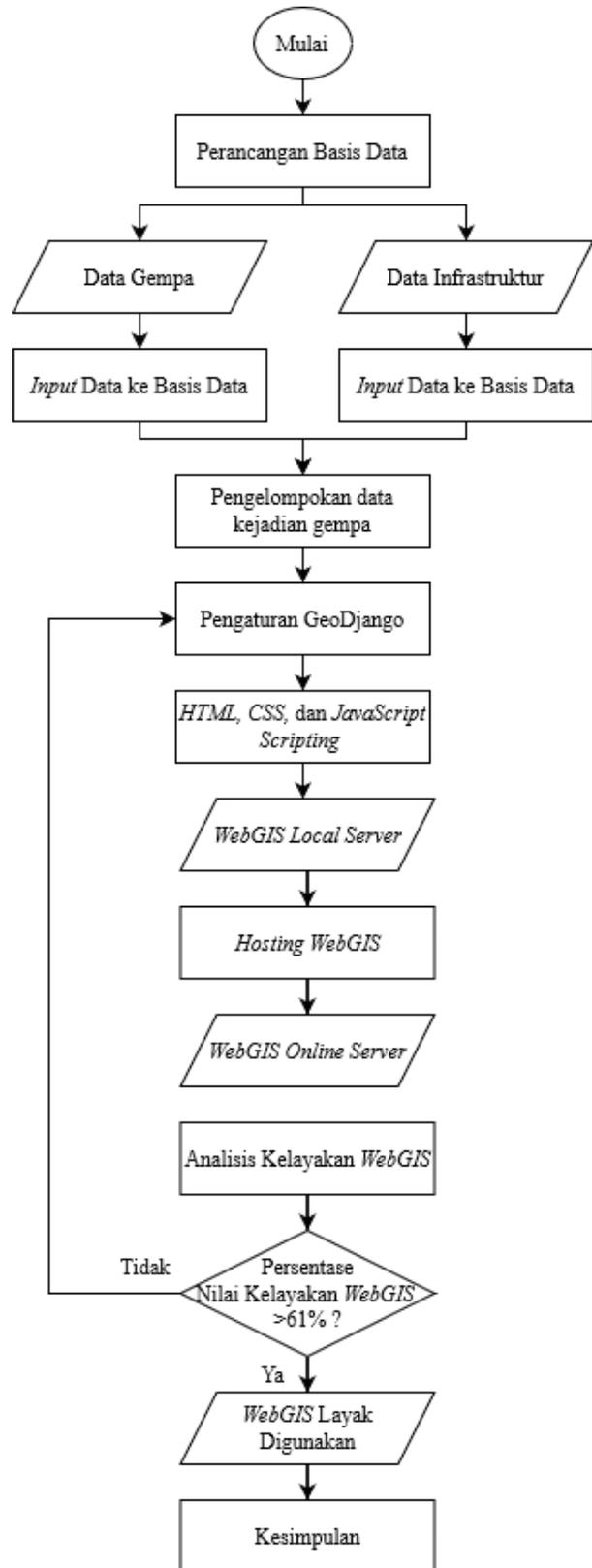
A. Lokasi Penelitian

Lokasi yang dijadikan sebagai studi kasus penelitian ini adalah pada seluruh wilayah Negara Indonesia yang secara geografis terletak diantara 95°45' - 141°05' Bujur Timur dan 6°08' Lintang Utara - 11°15' Lintang Selatan yang terlihat pada Gambar 1.

B. Data dan Peralatan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

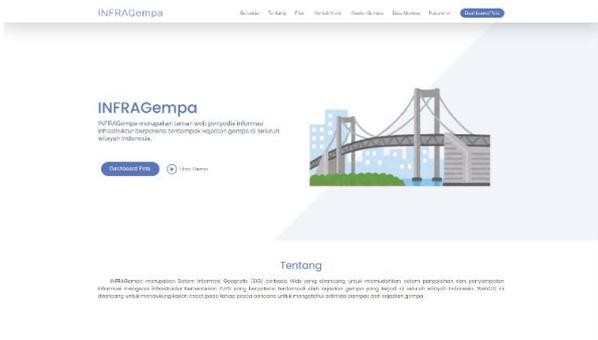
1. Data spasial bangunan infrastruktur Kementerian PUPR dengan skala 1:50.000 dalam format GeoJSON yang terdiri dari data infrastruktur bendungan, jembatan nasional, TPA, IPAL, IPLT, rusunawa, rumah khusus, dan IPA SPAM.
2. Data gempa bumi di Indonesia pada tahun 2020 hingga 2021 yang didapatkan dari dataset gempa USGS dengan magnitudo diatas 4,5.



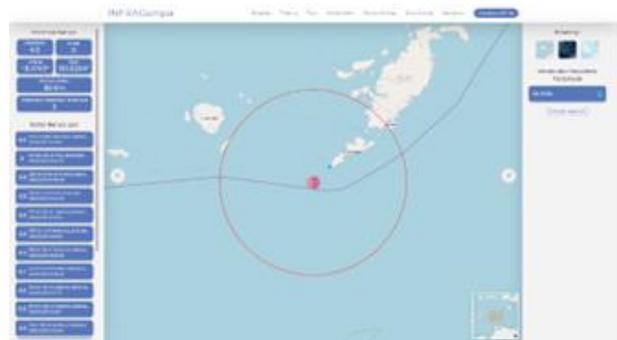
Gambar 2. Diagram alir pengolahan data.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

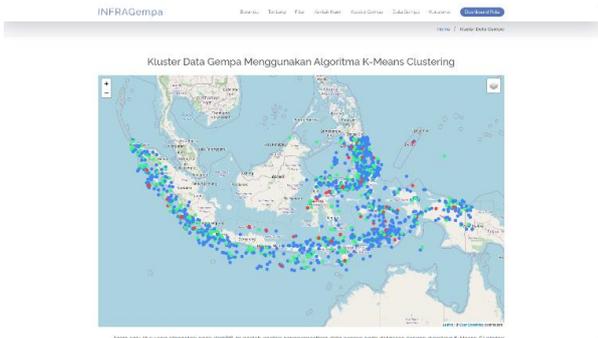
1. Perangkat Keras (Hardware)
 - Perangkat keras berupa personal computer (PC) dengan spesifikasi 16GB RAM, 1TB HDD, Processor AMD Ryzen 5 3600, Video Card AMD RX 570, dan menggunakan sistem operasi Windows 11 64 bit.
2. Perangkat Lunak (Software)
 - a. Visual Studio Code



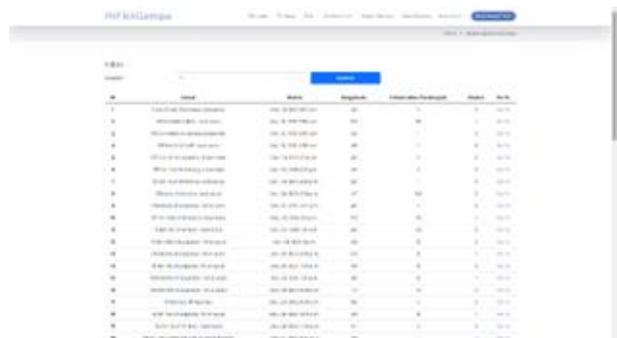
Gambar 5. Tampilan informasi awal menu beranda.



Gambar 3. Tampilan menu data gempa.



Gambar 6. Tampilan menu kluster gempa.



Gambar 4. Tampilan menu dashboard peta.

- b. PostGIS
- c. Google Chrome
- d. Microsoft Office 365
- e. Google Cloud Platform

C. Tahapan Pengolahan Data

Adapun penjelasan dari diagram alir tahapan pengolahan data pada Gambar 2 adalah sebagai berikut:

1) Pengumpulan Data

Diawali dengan pengumpulan data yang meliputi data bangunan infrastruktur PUPR dan data kejadian gempa.

2) Perancangan Basis Data

Melakukan perancang basis data serta meng-input data-data yang akan digunakan pada WebGIS. Pada aplikasi web ini akan dibuat basis data spasial dengan menggunakan PostGIS sehingga basis data dapat menyimpan dan memanipulasi data spasial.

3) Pengelompokan Data Kejadian Gempa

Pengelompokan data kejadian gempa dibagi menjadi 2 tahap, yaitu *preprocessing* data, dan analisis *clustering* dengan algoritma K-Means. Tahapan *preprocessing* data terdiri dari penentuan variabel jumlah infrastruktur berpotensi terdampak tiap kejadian gempa dan normalisasi data. Penentuan variabel jumlah infrastruktur berpotensi terdampak didapatkan dari banyaknya bangunan infrastruktur PUPR yang berada pada radius gempa dirasakan dari pusat kejadian gempa yang dihitung dengan menggunakan rumus estimasi radius gempa. Rumus estimasi radius gempa dirasakan ditunjukkan dalam persamaan dibawah ini [7].

$$r = 1,4(M - 0,614)^3 \tag{1}$$

Keterangan:

r = estimasi radius gempa dirasakan

M = magnitudo gempa

Selanjutnya, dilakukan normalisasi data dengan metode min-max yang merupakan bentuk transformasi linear

terhadap data asli. Dengan adanya normalisasi ini nilai perbandingan data sebelum ataupun sesudah diproses menjadi seimbang atau terstandarisasi. Rumus normalisasi min-max ditunjukkan dalam persamaan dibawah ini [8].

$$v'_i = \frac{v_i + \min_A}{\max_A - \min_A} (\text{new_max}_A - \text{new_min}_A) + \text{new_min}_A \tag{2}$$

Keterangan:

v'_i = Nilai baru data hasil dari normalisasi min-max

v_i = Nilai data yang akan dinormalisasikan

\min_A = Nilai minimum dari seluruh data

\max_A = Nilai maksimum dari seluruh data

new_min_A = Nilai minimum yang diharapkan dari normalisasi

new_max_A = Nilai maksimum yang diharapkan dari normalisasi

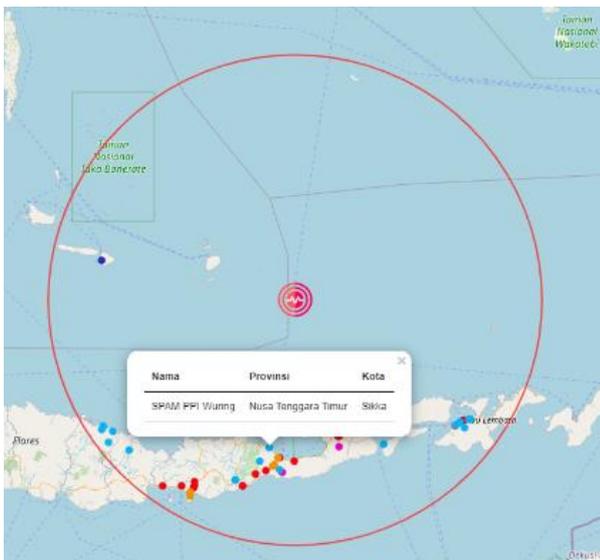
Tahapan akhir dari analisis pengelompokan data kejadian gempa adalah analisis *clustering* dengan menggunakan algoritma *K-Means* dengan mengelompokkan data gempa menjadi 3 kluster. Analisis *clustering* dilakukan menggunakan bantuan pemrograman Python dengan bantuan library *SKLearn* sehingga proses analisis dapat dilakukan sepenuhnya dalam bagian *server*.

4) Pengaturan GeoDjango

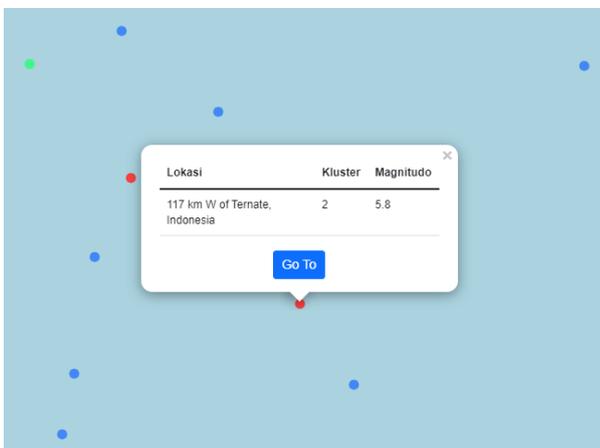
Dilakukan pengembangan *web framework* GeoDjango yang mengatur *Web API* sehingga *client/user* dapat mengambil data yang akan diminta dari basis data serta pengaturan *Views* sehingga sisi *client* dapat menampilkan skrip *client-side* yang akan dibuat.

5) Client-side Scripting

Selanjutnya dilakukan *client-side scripting* yang dibedakan menjadi 3 bagian yaitu *scripting* tag HTML sebagai kerangka dasar halaman *web*, *scripting* CSS untuk mengatur tampilan pada halaman *web*, dan *scripting* JavaScript untuk membuat halaman *web* lebih interaktif dan dapat menampilkan peta.



Gambar 7. Fitur sebaran bangunan infrastruktur berpotensi terdampak.



Gambar 8. Fitur sebaran kejadian gempa.

6) Pengujian Fitur WebGIS

Setelah web scripting selesai, hasil scripting tersebut diuji dengan menjalankan skrip pada perangkat lokal. Pengujian dilakukan dengan menjalankan project GeoDjango pada komputer pengembangan sehingga diketahui keberhasilan dari tiap-tiap fitur yang diterapkan pada WebGIS. Apabila fitur-fitur pada WebGIS dapat berfungsi dengan baik, maka WebGIS siap untuk dipublikasikan.

7) Hosting WebGIS

Setelah proses server-side scripting dan client-side scripting selesai, selanjutnya dilakukan proses publikasi WebGIS sehingga situs web dapat diakses melalui internet. Publikasi WebGIS dilakukan menggunakan Google Cloud Platform sebagai platform untuk hosting web server dan basis data spasial. Selain itu, juga dilakukan pengaturan domain web sehingga masyarakat umum dapat lebih mudah untuk mengakses dan mencari halaman web.

8) Analisis Kelayakan WebGIS

Analisis kelayakan WebGIS dilakukan untuk menilai kelayakan penggunaan dari WebGIS yang telah dibangun dengan sebuah uji usabilitas dengan mengirimkan kuesioner kepada pengguna yang terdiri dari 16 butir pernyataan mengacu pada IBM Post-Study System Usability Questionnaire (IBM PSSUQ) versi 3 [9]. Skala kepuasan diukur menggunakan Skala Likert untuk menilai tiap

ID	Lokasi	Waktu	Magnitudo	Infrastruktur Terdampak	Kluster	Go To
1	Pulau Pulau Tambora, Indonesia	Dec. 31, 2021, 8:55 p.m.	4.6	3	0	Go To
2	122 km NNE of Palu, Indonesia	Dec. 31, 2021, 5:53 a.m.	5.0	78	1	Go To
3	255 km NNW of Ambon, Indonesia	Dec. 31, 2021, 4:50 a.m.	4.6	1	0	Go To
4	263 km S of Sofifi, Indonesia	Dec. 31, 2021, 3:55 a.m.	4.5	1	0	Go To
5	257 km NE of Loapaloo, Timor Leste	Dec. 31, 2021, 2:31 a.m.	4.6	0	0	Go To
6	255 km S of Sinabong, Indonesia	Dec. 30, 2021, 6:30 p.m.	4.6	0	0	Go To
7	153 km W of Panapan, Indonesia	Dec. 30, 2021, 4:59 p.m.	4.6	1	0	Go To
8	55 km N of Amahoi, Indonesia	Dec. 30, 2021, 2:58 p.m.	4.7	141	0	Go To
9	120 km NE of Loapaloo, Timor Leste	Dec. 30, 2021, 2:27 p.m.	4.5	8	0	Go To
10	157 km SSE of Tondano, Indonesia	Dec. 30, 2021, 1:13 p.m.	5.5	78	1	Go To
11	61 km SSE of Ambon, Indonesia	Dec. 30, 2021, 1:35 a.m.	4.6	60	0	Go To
12	167 km NNE of Loapaloo, Timor Leste	Dec. 29, 2021, 9 p.m.	4.8	13	0	Go To
13	135 km NE of Loapaloo, Timor Leste	Dec. 29, 2021, 8:32 p.m.	5.0	13	1	Go To
14	131 km NE of Loapaloo, Timor Leste	Dec. 29, 2021, 7:53 p.m.	4.6	13	0	Go To
15	123 km NE of Loapaloo, Timor Leste	Dec. 29, 2021, 7:25 p.m.	4.9	13	1	Go To
16	125 km NNE of Loapaloo, Timor Leste	Dec. 29, 2021, 6:29 p.m.	7.3	73	2	Go To
17	Mindanao, Philippines	Dec. 29, 2021, 8:00 a.m.	4.5	0	0	Go To
18	121 km NE of Loapaloo, Timor Leste	Dec. 28, 2021, 10:51 a.m.	4.9	13	1	Go To

Gambar 9. Fitur tabel gempa.

pernyataan pada kuesioner dengan kriteria yang seperti terdapat pada Tabel 1 [10].

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\% \quad (3)$$

Dari hasil kuesioner uji usabilitas dilakukan perhitungan nilai persentase kelayakannya dengan persamaan 3 dan dilakukan konversi dari nilai kuantitatif menjadi kualitatif dengan menggunakan kriteria pada Tabel 2, dimana apabila hasil pengujian didapatkan predikat baik atau nilai persentase kelayakan diatas 61% maka WebGIS layak untuk digunakan [11].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan WebGIS

WebGIS sebaran bangunan infrastruktur berpotensi terdampak kejadian gempa telah berhasil dibuat dan dipublikasikan melalui domain www.infragempa.com. Dalam perancangan WebGIS INFRAGempa yang telah dilakukan, didapatkan hasil berupa 4 halaman menu utama dan fitur-fitur yang dapat digunakan ketika mengakses situs web. Menu tersebut diantaranya adalah halaman menu ‘Beranda’, halaman menu ‘Kluster Gempa’, halaman menu ‘Data Gempa’, serta halaman menu ‘Dashboard Peta’.

Halaman menu Beranda pada Gambar 3 merupakan halaman awal yang ditampilkan ketika mengakses situs web INFRAGempa. Pada halaman ini terdapat informasi mengenai WebGIS INFRAGempa seperti tujuan perancangan, video demo penggunaan WebGIS INFRAGempa, daftar dan penjelas fitur-fitur utama yang terdapat di dalam web, serta kontak pengembang web yang dapat dihubungi baik melalui e-mail maupun nomor telepon. Adanya halaman menu beranda diharapkan pengguna yang mengakses WebGIS INFRAGempa dapat dengan cepat memahami isi dan fitur pada web sebelum menggunakan dan memanfaatkan informasi yang disediakan dalam situs web.

Halaman menu Kluster Gempa pada Gambar 4 merupakan halaman yang memuat dua fitur utama dari WebGIS INFRAGempa yaitu sebaran data kejadian gempa dan pengelompokan data kejadian gempa dengan menggunakan algoritma K-Means. Pada halaman ini dilengkapi dengan tampilan spasial yang menampilkan sebaran kejadian gempa di seluruh wilayah Indonesia pada tahun 2020 – 2021 agar penampilan informasi menjadi lebih interaktif ketika digunakan, penampilan data sebaran kejadian gempa dikategorikan berdasarkan kluster yang terbentuk. Dengan men-klik fitur poin kejadian gempa, informasi atribut kejadian gempa dapat ditampilkan serta terdapat tombol yang

Tabel 4.
Kuesioner Usabilitas.

No	Pernyataan
1	Secara keseluruhan, saya puas dengan kemudahan penggunaan situs <i>web</i> ini.
2	Situs <i>web</i> ini mudah untuk digunakan.
3	Saya dapat menyelesaikan fungsi dan skenario yang saya inginkan dengan cepat pada situs <i>web</i> ini.
4	Saya merasa nyaman menggunakan situs <i>web</i> ini.
5	Sangat mudah untuk mempelajari penggunaan situs <i>web</i> ini.
6	Saya yakin saya dapat menjadi produktif secara cepat menggunakan situs <i>web</i> ini.
7	Situs <i>web</i> memberikan pesan kesalahan yang memberi tahu cara memulihkan dengan jelas.
8	Setiap kali saya membuat kesalahan menggunakan situs <i>web</i> , saya dapat memulihkan dengan mudah dan cepat.
9	Informasi (seperti bantuan online, pesan pada layar, dan dokumentasi lainnya) yang disediakan dengan situs <i>web</i> ini jelas.
10	Sangat mudah untuk menemukan informasi yang saya butuhkan.
11	Informasi pada situs <i>web</i> mampu membantu saya menyelesaikan tugas dan skenario yang saya inginkan.
12	Organisasi informasi di layar situs <i>web</i> jelas.
13	<i>Interface</i> situs <i>web</i> ini menyenangkan.
14	Saya suka menggunakan <i>user interface</i> situs <i>web</i> ini.
15	Situs <i>web</i> ini memiliki semua fungsi dan kemampuan yang saya harapkan.
16	Secara keseluruhan, saya puas dengan situs <i>web</i> ini.

Tabel 5.
Uji Usabilitas *WebGIS*.

Pernyataan	Penilaian					Total
	STS	TS	N	STS	TS	
Pernyataan 1	0	0	0	7	13	93
Pernyataan 2	0	0	1	6	13	92
Pernyataan 3	0	0	2	11	7	85
Pernyataan 4	0	0	1	8	11	90
Pernyataan 5	0	0	1	9	10	89
Pernyataan 6	0	0	2	7	11	89
Pernyataan 7	0	0	2	11	7	85
Pernyataan 8	0	0	3	10	7	84
Pernyataan 9	0	0	1	9	10	89
Pernyataan 10	0	0	1	6	13	92
Pernyataan 11	0	0	1	8	11	90
Pernyataan 12	0	0	1	7	12	91
Pernyataan 13	0	0	2	8	10	88
Pernyataan 14	0	0	3	7	10	87
Pernyataan 15	0	0	1	8	11	90
Pernyataan 16	0	0	0	8	12	92
Total Nilai Hasil Uji						1426
Nilai Maksimal						1600
Persentase Kelayakan Uji Usabilitas						89%

mengirimkan pengguna ke halaman menu dashboard peta untuk melihat informasi sebaran infrastruktur terdampak kejadian gempa tersebut. Selain itu, pada halaman menu ini terdapat informasi pengolahan serta hasil pengelompokan data kejadian gempa pada *WebGIS* INFRAGempa.

Halaman menu data gempa pada Gambar 5 merupakan halaman yang menyajikan seluruh data kejadian gempa yang disimpan pada basis data *web*. Pada halaman ini dilengkapi dengan fitur pendukung *filtering* yang dapat digunakan untuk menyaring data kejadian gempa berdasarkan hasil pengelompokannya. Data kejadian gempa ditampilkan dalam bentuk tabel yang menyajikan informasi atribut tiap kejadian gempa untuk mempermudah pengguna menggambarkan lokasi, waktu, kekuatan, jumlah bangunan infrastruktur yang berpotensi terdampak, dan kluster yang terbentuk tiap kejadian gempa. Selain itu terdapat tombol yang dapat mengirimkan pengguna ke halaman menu dashboard peta untuk melihat informasi sebaran infrastruktur terdampak kejadian gempa tersebut.

Halaman menu dashboard peta pada Gambar 6 merupakan halaman yang memuat fitur utama dari *WebGIS* INFRAGempa yaitu sebaran bangunan infrastruktur

terdampak kejadian gempa yang dilengkapi dengan tampilan spasial dan fitur pendukung peta agar *web* yang dibangun menjadi lebih interaktif. Halaman menu ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu *sidebar* kiri, *sidebar* kanan, serta muka peta. Informasi sebaran bangunan infrastruktur terdampak disajikan tiap kejadian gempa per halaman *web* dengan pengaturan awal kejadian gempa terbaru pada basis data. Untuk berpindah ke informasi sebaran bangunan infrastruktur terdampak kejadian gempa lain, dapat dilakukan melalui *sidebar* kiri pada halaman menu atau melalui halaman menu kluster gempa maupun halaman menu data gempa. Selain itu, pada bagian *sidebar* kiri terdapat informasi detail mengenai kejadian gempa yang sedang ditinjau pada halaman *web*. Pada bagian *sidebar* kanan berisikan fitur pendukung untuk mengubah basemap muka peta dan daftar infrastruktur berpotensi terdampak kejadian gempa beserta legenda petanya.

B. Fitur yang Dikembangkan Pada *WebGIS*

Dari proses pembuatan *WebGIS* yang telah dilakukan, didapatkan hasil berupa 4 fitur utama dan 10 fitur pendukung yang dapat digunakan ketika menggunakan *WebGIS* INFRAGempa.

Fitur utama pada *WebGIS* INFRAGempa meliputi sebaran bangunan infrastruktur berpotensi terdampak kejadian gempa berdasarkan bangunan infrastruktur yang berada pada jangkauan estimasi radius gempa dirasakan; sebaran kejadian gempa di seluruh wilayah Negara Indonesia pada tahun 2020 hingga 2021; pengelompokan data kejadian gempa berdasarkan magnitudo kejadian gempa dan jumlah infrastruktur berpotensi terdampak kejadian; serta tabel data kejadian gempa yang menampilkan seluruh data kejadian gempa pada basis data dalam bentuk tabel.

Fitur pendukung pada *WebGIS* meliputi fitur perubahan basemap yang terdiri dari 3 pilihan basemap yaitu basemap OpenStreetMap, ESRI World Imagery, serta ESRI World Topo; inset peta yang digunakan untuk memperjelas posisi wilayah yang ada di bagian muka peta; informasi detail kejadian gempa yang menampilkan informasi atribut dari kejadian gempa; dialog box yang menjelaskan beberapa informasi atribut kejadian gempa; informasi daftar infrastruktur berpotensi terdampak kejadian gempa; *pop-up* informasi bangunan infrastruktur; pengunduhan laporan tiap kejadian gempa dalam format dokumen laporan; serta filtering data kejadian gempa berdasarkan kluster yang terbentuk.

Berbagai fitur utama maupun pendukung pada *WebGIS* INFRAGempa dikembangkan dengan bantuan *javascript library* Leaflet. Leaflet digunakan untuk mempermudah dalam menampilkan informasi spasial pada halaman *web* serta menambah fungsionalitas dari *web* yang dibangun. Dalam *WebGIS* INFRAGempa Leaflet digunakan untuk mengembangkan beberapa fitur utama yaitu sebaran bangunan infrastruktur berpotensi terdampak kejadian gempa dan sebaran kejadian gempa di seluruh wilayah Indonesia dengan tampilan spasialnya. Selain itu, Leaflet juga digunakan pada implementasi fitur pendukung yang membuat penyajian data spasial menjadi lebih interaktif seperti fitur basemap peta; zoom in/out; inset peta; *Pop-up* informasi bangunan infrastruktur; serta *Pop-up* informasi kejadian gempa.

Fitur sebaran bangunan infrastruktur pada Gambar 7 berpotensi terdampak kejadian gempa ditampilkan tiap kejadian gempa per halaman web dengan pengaturan awal kejadian gempa baru yang ada pada basis data. Penampilan secara spasial sebaran bangunan infrastruktur berpotensi terdampak kejadian gempa dilengkapi dengan fitur pendukung *pop-up* informasi bangunan infrastruktur yang menampilkan informasi nama bangunan infrastruktur, provinsi, dan kota pada semua tipe bangunan infrastruktur kecuali bangunan infrastruktur jembatan nasional, *pop-up* informasi pada bangunan infrastruktur jembatan nasional memuat informasi nama bangunan serta kode jembatan. Adanya perbedaan informasi yang dimuat dikarenakan tidak adanya data atribut provinsi dan kota pada data jembatan nasional.

Fitur sebaran kejadian gempa pada Gambar 8 yang ditampilkan pada halaman menu kluster gempa dikategorikan berdasarkan kluster gempa yang terbentuk dimana Kluster 0 digambarkan dengan simbol warna biru, Kluster 1 digambarkan dengan simbol warna hijau, dan Kluster 2 digambarkan dengan simbol warna merah. Penampilan secara spasial sebaran kejadian gempa dilengkapi dengan fitur pendukung yaitu *pop-up* informasi kejadian gempa yang

menampilkan informasi lokasi, kluster, dan magnitudo kejadian gempa; selain itu terdapat tombol 'Go To' yang mengirimkan pengguna *web* ke halaman menu dashboard peta untuk melihat informasi sebaran bangunan infrastruktur berpotensi terdampak kejadian gempa tersebut.

Fitur tabel data pada Gambar 9 merupakan fitur yang menampilkan seluruh data kejadian gempa yang disimpan di basis data. Fitur ini menampilkan 5 data atribut data kejadian gempa dalam tiap kolom tabel yang terdiri dari lokasi, waktu, kekuatan kejadian gempa, jumlah bangunan infrastruktur yang berpotensi terdampak, dan kluster yang terbentuk. Fitur ini juga dilengkapi dengan fitur pendukung filtering yang dapat digunakan untuk menyortir data kejadian gempa berdasarkan hasil fitur pengelompokan data kejadian gempa yang terbentuk.

Dari tahap pengambilan data kejadian gempa pada awal tahun 2020 hingga akhir tahun 2021 yang telah dilakukan, didapatkan 1809 data kejadian gempa yang terdeteksi di seluruh wilayah Indonesia. Dilakukan normalisasi data atribut dan pengelompokan kejadian gempa dengan algoritma *K-Means* menjadi 3 kluster, sehingga didapatkan 'Kluster 0' memiliki jumlah data sebanyak 1225 data menjadi kluster dengan rata-rata kekuatan dan rata-rata estimasi dampak terkecil jika dibandingkan dengan kluster lain, 'Kluster 1' memiliki jumlah data sebanyak 497 data menjadi kluster dengan rata-rata kekuatan dan rata-rata estimasi dampak menengah jika dibandingkan dengan kluster lain, dan 'Kluster 2' memiliki data sebanyak 87 data menjadi kluster dengan rata-rata kekuatan dan rata-rata estimasi dampak terbesar jika dibandingkan dengan kluster lain. Centroid atau rata-rata tiap kluster ditampilkan pada Tabel 3 yang dimana angka pada tabel merupakan nilai yang telah dinormalisasi.

C. Analisa Kelayakan *WebGIS*

Analisis kelayakan sistem *WebGIS* dilakukan untuk menilai tingkat kelayakan penggunaan dari *WebGIS* yang telah dibuat. Pada pengujian kelayakan sistem *WebGIS* dilakukan sebuah uji usabilitas untuk mengukur tingkat pengalaman pengguna dalam menggunakan atau mengoperasikan *WebGIS*. Uji usabilitas dilakukan dengan mengirimkan kuesioner online kepada pengguna yang telah mengoperasikan *WebGIS* INFRAGempa untuk mengukur skala kepuasan pengguna. Kuesioner usabilitas terdiri dari 16 pernyataan pada Tabel 4 yang mengacu pada kuesioner usabilitas IBM Post-study Usability Questionnaire (IBM PSSUQ) versi ketiga. Setiap pernyataan akan dinilai oleh responden dengan menggunakan Skala Likert. Hasil kuesioner didapatkan 20 responden yang terdiri dari 17 responden masyarakat umum dan 3 responden dari instansi pemerintahan.

Dari uji usabilitas pada Tabel 5 yang telah dilakukan didapatkan hasil nilai persentase kelayakan pada uji usabilitas sebesar 89% yang menunjukkan predikat sangat baik sehingga *WebGIS* layak digunakan.

IV. KESIMPULAN

Prototype WebGIS pengolahan dan penyedia informasi sebaran bangunan infrastruktur berpotensi terdampak kejadian gempa di seluruh wilayah Negara Indonesia telah berhasil dibuat dengan nama INFRAGempa dan dipublikasikan melalui domain www.infragempa.com.

Didapatkan 4 fitur utama yang meliputi sebaran bangunan infrastruktur berpotensi terdampak kejadian gempa; sebaran kejadian gempa di seluruh wilayah Indonesia; pengelompokan data kejadian gempa berdasarkan magnitudo kejadian gempa dan jumlah infrastruktur berpotensi terdampak kejadian; serta tabel data kejadian gempa. Pengelompokan data kejadian gempa telah dilakukan dan dihasilkan 3 kluster data kejadian gempa yang meliputi 'Kluster 0' menjadi kluster dengan rata-rata kekuatan dan estimasi dampak terkecil dengan frekuensi data sebanyak 1225, 'Kluster 1' menjadi kluster dengan rata-rata kekuatan dan estimasi dampak menengah dengan frekuensi data sebanyak 497 dan 'Kluster 2' menjadi kluster dengan rata-rata kekuatan dan estimasi dampak terbesar dengan frekuensi data sebanyak 87. *WebGIS* INFRAGempa mendapatkan predikat sangat baik dalam analisis kelayakan dengan nilai persentase dari uji usabilitas sebesar 89%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Nur, "Gempa bumi, tsunami dan mitigasinya," *Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, vol. 7, no. 1, Jan. 2010, doi: 10.15294/jg.v7i1.92.
- [2] S. Husein, "Pelatihan Kebencanaan - Penguatan Ketangguhan Indonesia melalui Pengurangan Resiko Bencana," Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2016. doi: 10.13140/RG.2.1.1112.6808.
- [3] I. A. O. S. Sideman and I. W. Suteja, "Evaluasi Kerusakan Jalan Akibat Beban Repetisi, Likuifaksi dan Pergeseran Mekanik Tanah pada Ruas Jalan Pasca Gempa 7.0 SR di Kabupaten Lombok Utara," in *5th ACE Conference*, Nov. 2018, pp. 300–314.
- [4] Pemerintah Indonesia, *Peraturan Pemerintah (PP) No. 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana*. Jakarta, Indonesia: Pemerintah Indonesia, 2008.
- [5] M. Painho, M. Peixoto, P. Cabral, and R. Sena, "WebGIS as a Teaching Tool," in *Proceedings of the ESRI User Conference*, Jul. 2001, pp. 9–13.
- [6] A. A. Hasanudin, "Rancangan Bangun Web-GIS Berbasis Geodjango - Python," Universitas Hasanudin, Makassar, 2020.
- [7] B. Gutenberg and C. F. Richter, "Earthquake magnitude, intensity, energy, and acceleration (second paper)," *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 46, no. 2, pp. 105–145, 1956, doi: <https://doi.org/10.1785/BSSA0460020105>.
- [8] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques 3rd Edition Solution Manual*, 3rd ed. New York: Elsevier, 2011. doi: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-61819-5>.
- [9] J. Sauro and J. R. Lewis, *Quantifying The User Experience: Practical Statistics For User Research*, 2nd ed. New York: Elsevier, 2016.
- [10] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2013.
- [11] S. Arikunto, *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta, 2009.