

PEMETAAN KAWASAN KECAMATAN RENTAN BENCANA GEMPA DI KOTA BENGKULU MENGUNAKAN *FUZZY TSUKAMOTO*

Leonita Ratna Angraini¹, Ernawati², Endina Putri Purwandari³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA
(tel: 0736-341022; fax: 0736-341022)

¹leonitaratna@gmail.com,
²w_ier_na@yahoo.com,
³endinaputri@unib.ac.id

Abstrak: Kota Bengkulu tergolong daerah rawan bencana gempa. Bencana gempa merupakan suatu kejadian alam yang tidak dapat diprediksi waktu terjadinya dan tidak dapat dihindari. Berbeda dengan kerawanan gempa yang merupakan potensi terjadinya bencana gempa, kerentanan bencana gempa merupakan potensi kerugian yang timbul akibat bencana gempa. Salah satu upaya mencegah dan mengurangi kerugian yang ditimbulkan dari bencana gempa tersebut dengan membuat sistem pemetaan daerah rentan bencana gempa agar dapat menyampaikan informasi daerah rentan gempa dengan cepat sebagai upaya mitigasi bencana. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengimplementasikan sistem yang dapat memetakan daerah rentan gempa bumi di Kota Bengkulu menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*; (2) mengetahui akurasi penerapan metode *Fuzzy Tsukamoto* pada penentuan daerah rentan gempa di Kota Bengkulu. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode pengharkatan dan *Fuzzy Tsukamoto*. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu (1) penelitian ini berhasil memetakan daerah rentan bencana gempa ke dalam 3 kategori, yaitu: rendah, sedang dan tinggi; (2) berhasil menerapkan metode *Fuzzy Tsukamoto* dengan data bervariasi sesuai dengan kategori bencana gempa; (3) hasil sistem menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* pada pemetaan rentan bencana gempa di Kota Bengkulu menunjukkan hasil akurasi 100%.

Kata Kunci : Pemetaan, Kerentanan, Gempa Bumi, *Fuzzy Tsukamoto*, Kota Bengkulu.

Abstract: Bengkulu city classified as prone to tectonic earthquake disaster. Earthquake is a natural phenomenon that cannot be predicted when it happens and it can not be avoided. Unlike the threat of earthquake disaster which is the potential for earthquake disaster, earthquake vulnerability is a potential disadvantage caused by the earthquake disaster. An system that can mapping the earthquake vulnerability areas is the only way required to reduce that negative impact. This systems also convey information on earthquake vulnerability areas in order to make disaster mitigation effort faster. The purposes of this research are (1) implement a system that can

map earthquake vulnerability areas in Bengkulu City by using Fuzzy Tsukamoto method; (2) to know how accurate the application of Fuzzy Tsukamoto method to determine earthquake vulnerability areas in Bengkulu City. The research method used scoring method and Fuzzy Tsukamoto. The result of the research is (1) this research succeeded in mapping the earthquake vulnerability areas into 3 categories divided in: low, medium and high; (2) successfully applied Fuzzy Tsukamoto method with vary data according to earthquake category; (3) the accuracy of mapping system by using Fuzzy Tsukamoto method on earthquake vulnerability mapping in Bengkulu City showed 100% accuracy result.

Keywords: Mapping, Vulnerability, Earthquake, Fuzzy Tsukamoto, Bengkulu City.

I. PENDAHULUAN

Indonesia terletak diantara tiga lempeng aktif dunia, yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia dan Pasifik. Konsekuensi tumbukan lempeng tersebut mengakibatkan negara Indonesia rawan bencana geologi diantaranya Gempa bumi, Letusan Gunung Api, Tsunami, Gerakan Tanah dan lain-lain [1]. Kota Bengkulu terletak di zona pertemuan antara Lempeng Eurasia dengan Lempeng Indo-Australia, sehingga wilayah Kota Bengkulu tergolong daerah rawan bencana gempa bumi tektonik dengan jumlah kejadian yang cukup banyak.

Bencana gempa merupakan suatu kejadian alam yang tidak dapat diprediksi waktu terjadinya dan tidak dapat dihindari. Wilayah yang rawan terhadap bencana gempa berpotensi untuk mengalami kerentanan terhadap bencana gempa bumi. Berbeda dengan kerawan bencana gempa yang merupakan potensi terjadinya gempa,

kerentanan bencana gempa adalah dampak negatif atau potensi kerugian yang timbul akibat bencana gempa. Kerugian yang timbul diantaranya adalah rusaknya sarana dan prasarana umum, putusnya jalur transportasi dan komunikasi serta hilangnya harta benda bahkan jiwa manusia. Kerentanan bencana gempa suatu wilayah ditentukan oleh faktor fisik, sosial, ekonomi, lingkungan yang mengakibatkan menurunnya kemampuan masyarakat dalam menghadapi bencana gempa sehingga menimbulkan kerugian bagi wilayah tersebut. Salah satu upaya mencegah dan mengurangi kerugian yang ditimbulkan dari bencana gempa tersebut dengan membuat sistem pemetaan daerah rentan bencana gempa yang dapat digunakan untuk melakukan perencanaan pengendalian atau penanggulangan dini. Dengan adanya peta rentan bencana gempa tersebut dapat dirumuskan strategi mitigasi bencana dengan tujuan semaksimal mungkin dapat mengurangi kerugian yang ditimbulkan oleh bencana gempa seperti hilangnya kehidupan manusia dan alam sekitarnya serta mengurangi dampak rusaknya harta benda, kerugian ekonomi, dan untuk mempersiapkan biaya yang diperlukan saat menangani korban bencana yang ditimbulkan oleh bencana gempa.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem yang dapat memetakan daerah rentan bencana gempa agar dapat menyampaikan informasi kepada masyarakat mengenai daerah rentan bencana gempa di kota Bengkulu. Sistem ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP. Peta kerentanan ini nantinya dapat digunakan untuk mempercepat proses penyampaian informasi kepada masyarakat dan instansi terkait serta dapat digunakan sebagai upaya mitigasi bencana. Pembuatan peta tersebut

dapat memanfaatkan metode *Fuzzy Tsukamoto*. *Fuzzy Tsukamoto* memiliki kelebihan yaitu lebih intuitif, diterima oleh banyak pihak, lebih cocok untuk masukan yang diterima dari manusia bukan mesin.

II. LANDASAN TEORI

A. Bencana

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis [2].

B. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi didalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Gempa bumi mempunyai sifat berulang, suatu gempa yang terjadi diwaktu tertentu akan terulang lagi dimasa yang akan datang dalam periode kurun waktu tertentu. Istilah perulangan gempa bumi ini dinamakan *earthquake cycle* atau siklus gempa bumi [3].

C. Kerentanan

Kerentanan merupakan potensi kerugian dari peristiwa alam yang ekstrim seperti halnya gempa bumi. Esensi potensi kerugian mitigasi bencana dapat digunakan dalam tingkatan lokal, nasional atau bahkan internasional [4]. Sebuah wilayah dikatakan rentan apabila terjadi deviasi atau ketidaksesuaian antara kapasitas (*capacity*) yang dimiliki dengan kerentanan (*vulnerability*) yang dihadapi. Semakin tinggi tingkat kerentanan (*vulnerability*) suatu wilayah akan semakin kecil tingkat kapasitas yang dimiliki. Variabel

kerentanan bencana gempa dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Faktor Kerentanan Gempa Bumi

| Variabel | Parameter | Keterangan |
|--|--|--|
| Faktor Kerentanan Lingkungan | | |
| Kemiringan (<i>slope</i>) tanah | 0°-8° 8°-15° 15°-25° 25°-45° >45° | 1. Datar 2. Landai 3. Miring 4. Curam 5. Sangat Curam |
| Jenis penggunaan lahan (<i>land use</i>) | 1. Hutan, Belukar, Kebun, Tegalan, Sungai, dan Danau 2. Kawasan wisata domestik 3. Persawahan dan Tambak 4. Permukiman dan Fasilitas Umum 5. Cagar Budaya, Industri, Kawasan Wisata Berdevisa, dan Jalan | 1. Tidak Rentan 2. Sedikit Rentan 3. Cukup Rentan 4. Rentan 5. Sangat Rentan |
| Faktor Kerentanan Fisik | | |
| Panjang Jaringan Jalan | < 8 km 8 – 16 km 16 – 24 km 24 – 32 km >32 km | 1. Tidak Rentan 2. Sedikit Rentan 3. Cukup Rentan 4. Rentan 5. Sangat Rentan |
| Kepadatan Bangunan | < 18 unit/ha 18 - 34 unit/ha > 34 unit/ha | 1. Rendah 2. Sedang 3. Tinggi |
| Faktor Kerentanan Sosial | | |
| Kepadatan Penduduk | <500 jiwa/km ² 500 -1000 jiwa/km ² > 1000 jiwa/km ² | 1. Rendah 2. Sedang 3. Tinggi |
| Jumlah Penduduk Usia Rentan | <5% 5 -10% > 10% | 1. Rendah 2. Sedang 3. Tinggi |
| Jumlah Penduduk Wanita Rentan | <5% 5 -10% > 10% | 1. Rendah 2. Sedang 3. Tinggi |
| Jumlah Penduduk Penyandang Cacat | <5% 5 -10% > 10% | 1. Rendah 2. Sedang 3. Tinggi |
| Faktor Kerentanan Ekonomi | | |
| Jumlah Penduduk Miskin | < 1500 Jiwa 1500-3000 Jiwa 3000-4500 Jiwa 4500-6000 > 6000 | 1. Tidak Rentan 2. Sedikit Rentan 3. Cukup Rentan 4. Rentan 5. Sangat Rentan |
| Luas Lahan Produktif | < 100 ha 100-200 ha >200 ha | 1. Rendah 2. Sedang 3. Tinggi |

D. Fuzzy Tsukamoto

Pada dasarnya, metode *Tsukamoto* mengaplikasikan penalaran monoton pada setiap aturannya. Kalau pada penalaran monoton, sistem hanya memiliki satu aturan, pada metode

Tsukamoto, sistem terdiri atas beberapa aturan. Karena menggunakan konsep dasar penalaran monoton, pada metode *Tsukamoto*, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. *Output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Proses agregasi antar aturan dilakukan, dan hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan *defuzzy* dengan konsep rata-rata terbobot [5]. Misalkan ada variabel masukan, yaitu x dan y , serta satu variabel keluaran yaitu z . Variabel x terbagi atas 2 himpunan yaitu A_1 dan A_2 , variabel y terbagi atas 2 himpunan juga, yaitu B_1 dan B_2 , sedangkan variabel keluaran Z terbagi atas 2 himpunan yaitu C_1 dan C_2 . Tentu saja himpunan C_1 dan C_2 harus merupakan himpunan yang bersifat monoton. Diberikan 2 aturan sebagai berikut:

IF x is A_1 **and** y is B_2
 THEN z is C_1
IF x is A_2 **and** y is B_1
 THEN z is C_2

α -predikat untuk aturan pertama dan kedua, masing-masing adalah a_1 dan a_2 . Dengan menggunakan penalaran monoton, diperoleh nilai Z_1 pada aturan pertama, dan Z_2 pada aturan kedua. Terakhir dengan menggunakan aturan terbobot, diperoleh hasil akhir dengan formula sebagai berikut:

$$Z = \frac{\alpha_1 Z_1 + \alpha_2 Z_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \dots\dots\dots (2.1)$$

E. Pemetaan

Pemetaan adalah pengelompokkan suatu kumpulan wilayah yang berkaitan dengan beberapa letak geografis wilayah yang meliputi dataran tinggi, pegunungan, sumber daya dan potensi

penduduk yang berpengaruh terhadap sosial kultural yang memiliki ciri khas khusus dalam penggunaan skala yang tepat. Langkah awal yang dilakukan dalam pembuatan peta adalah pengumpulan data, dilanjutkan dengan pengolahan data, dan penyajian dalam bentuk peta [6].

F. Bahasa Pemrograman PHP

Menurut Dwiartara dalam Febrianda [7] PHP merupakan bahasa pemrograman yang berjalan di sisi *server* (*server side*), sehingga kode program PHP diproses disisi *server* dan *output* dari program PHP ditampilkan pada sisi *client* (*client side*). Contoh *Server Side* seperti *Apache* dan contoh *Client Side* adalah *web browser* (*mozilla, opera, safari, IE*, dan sebagainya).

III. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini termasuk di dalam jenis penelitian terapan atau *applied research*. Penelitian terapan atau sering disebut dengan *applied reasearch* adalah penelitian yang diarahkan untuk mendapatkan informasi guna mendapat pemecahan masalah penelitian yang bersifat fungsional dan dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan praktis yang timbul ataupun menghasilkan suatu produk yang memiliki fungsi praktis lainnya

B. Teknik Pengumpulan Data

Teknik Pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

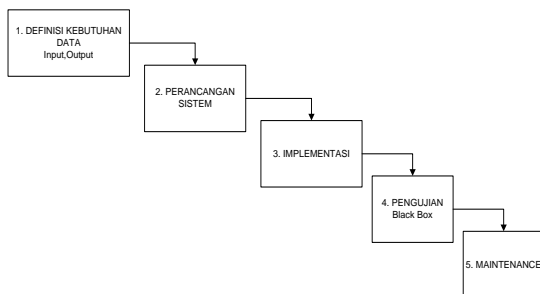
Studi Pustaka merupakan metode pengumpulan data yang diperoleh dari buku-buku dan/atau jurnal dalam pencarian referensi terkait pengumpulan data maupun perancangan sistem yang akan dibangun, yaitu referensi mengenai pemetaan, bencana, dan kerentanan gempa.

2. Teknik Wawancara

Pada penelitian ini wawancara dilakukan terhadap staff di Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Bengkulu, serta narasumber lainnya baik Dinas Pekerjaan Umum, Dinas Sosial serta ke instansi Badan Pusat Statistik (BPS) kota Bengkulu untuk mendapatkan penjelasan serta melakukan konfirmasi data sehingga data yang diperoleh diharapkan merupakan data yang akurat dan tepat.

C. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang akan digunakan dalam sistem ini adalah menggunakan model *waterfall*. Model *waterfall* atau mode air terjun mengusulkan sebuah pendekatan kepada pengembangan perangkat lunak yang sistematis dan sekuensial dimulai dari tingkat dan kemajuan sistem pada seluruh analisis, desain, kode, pengujian, dan pemeliharaan.



Gambar 3.1 Metodologi Waterfall [8]

D. Metode Pengujian Sistem

1. Black Box Testing

Metode yang digunakan pada *black box* adalah metode *equivalen partitioning testing* yang melakukan pengujian dengan membagi domain input dari suatu program ke dalam kelas data, menentukan kasus pengujian dengan mengungkapkan kelas-kelas kesalahan.

2. Pengujian Akurasi Sistem

Pengujian tingkat akurasi untuk mengetahui tingkat akurasi dari penerapan metode *Fuzzy*

Tsukamoto dalam menentukan daerah rentan gempa bumi. Tingkat akurasi dihitung dengan membandingkan hasil dari keluaran sistem dengan hasil aktual.

E. Metode Uji Kelayakan Sistem

Metode Uji Kelayakan dan Kemudahan Sistem Uji kelayakan dan kemudahan sistem dilakukan untuk mendapatkan penilaian langsung tentang pengoperasian sistem, tampilan, dan isi sistem yang telah dibuat.

1. Kuisisioner

Kuesioner atau angket berupa daftar pertanyaan yang ditujukan kepada responden dengan harapan memberikan respon terhadap pertanyaan untuk mencari jawaban dari permasalahan yang diteliti. Kriteria penilaian pada uji kelayakan sistem berupa tampilan, kemudahan pengoperasian sistem, dan informasi mengenai data kerentanan gempa. Angket ditujukan kepada 40 responden umum.

2. Tabulasi Data

Proses perhitungan data angket menggunakan skala likert. Skala likert adalah perhitungan skor pada tiap-tiap interval dari pernyataan yang diberikan ke responden. Sebelum melakukan perhitungan dengan menggunakan skala *likert*, maka terlebih dahulu dicari interval kelas dengan persamaan (3.1):

$$i = \frac{m-n}{k} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

- i = Interval kelas
- m = Angka tertinggi skor
- n = Angka terendah skor
- k = Banyak kelas

Untuk perhitungan persentase setiap kategori jawaban diperoleh dengan persamaan (3.2) :

$$p = \frac{f}{N} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

p = Angka persentase

f = Frekuensi yang sedang dicari persentasenya.

N = Jumlah individu.

Selanjutnya mencari skor rata-rata setiap responden, skor rata-rata dapat dihitung dengan persamaan (3.3) :

$$M = \frac{\sum x}{N} \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

M = Mean (nilai rata-rata)

$\sum x$ = Total nilai yang merupakan jumlah dari hasil kali antara masing-masing skor dengan frekuensinya

N = Jumlah frekuensi/banyaknya individu

Setelah itu masing-masing skor rata-rata dikonversikan dengan nilai interval yang telah dicari menggunakan Persamaan (3.1). Hasil konversi tersebut akan dijadikan rujukan apakah sistem yang dibangun telah layak atau belum untuk digunakan. Jika hasil penilaian pada kategori baik maka sistem telah layak untuk digunakan.

IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN

A. Analisis Masalah

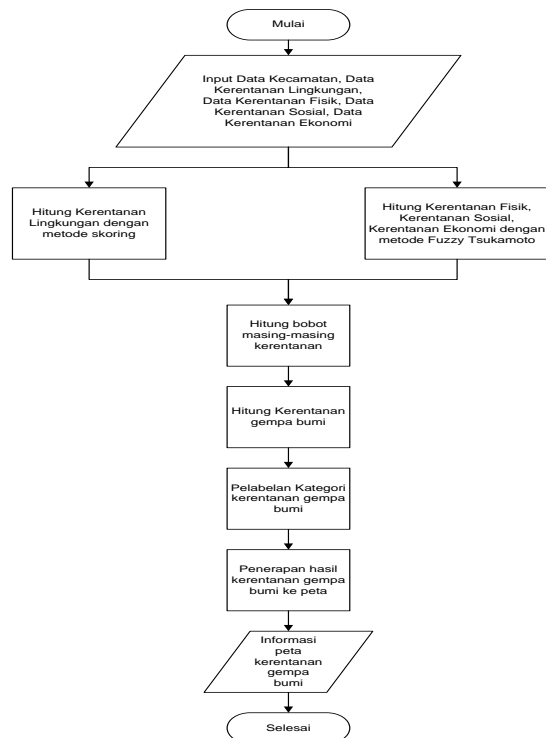
Seiring terjadinya bencana gempa di Kota Bengkulu, masyarakat memiliki banyak kendala dalam mencari informasi mengenai daerah rentan gempa. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) adalah lembaga yang membantu masyarakat dalam mengatasi masalah tersebut. Akan tetapi Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) mengalami kesulitan dalam menyampaikan informasi kepada masyarakat karena jarak yang jauh, media yang kurang efektif, dan biaya yang sangat minim. Selain itu, tidak ada alat bantu lain yang dapat digunakan untuk membantu Badan Penanggulangan Bencana

Daerah (BPBD) dalam memberikan rekomendasi keputusan untuk menentukan daerah rentan gempa di kota Bengkulu. Sehingga dalam proses penyampain informasi dan penentuan daerah rentan gempa membutuhkan waktu yang lama. Hal ini menjadi suatu permasalahan bagi masyarakat dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) sendiri.

Berdasarkan permasalahan yang ada dibuatlah sebuah sistem yang dapat memetakan daerah rentan gempa agar dapat menyampaikan informasi serta memberikan rekomendasi keputusan terhadap Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dalam menentukan daerah rentan gempa dengan cepat. Untuk menghasilkan daerah rentan gempa dilakukan proses penghitungan dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*.

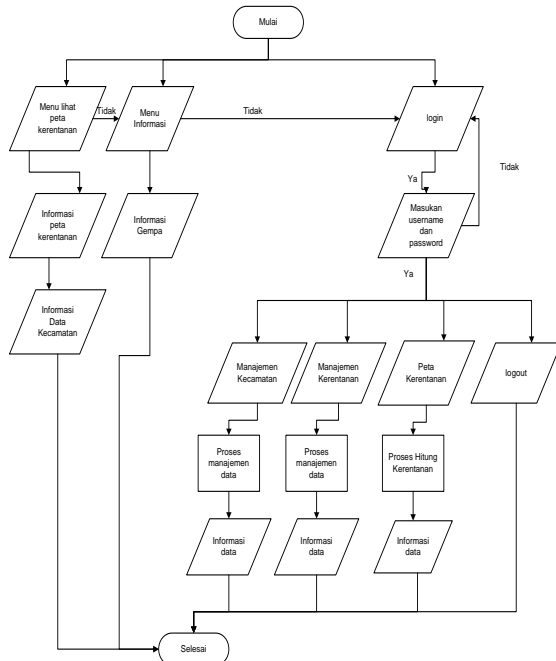
B. Analisis Alur Kerja Sistem

Analisis alur kerja sistem ini berguna untuk mempermudah dalam pembuatan sistem nantinya pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Diagram Alur Kerja Sistem

C. Analisis Antar Muka



Gambar 4. 2 Diagram Antar Muka

Diagram pada Gambar 4.2 merupakan diagram antarmuka pengguna pada sistem yang akan dibangun. Berikut penjelasan mengenai fungsi menu tersebut:

1. Menu Lihat Peta

Menu ini merupakan menu yang dapat diakses oleh pengguna untuk melihat peta daerah rentan gempa di kota Bengkulu berdasarkan status kerentanan masing-masing kecamatan. Peta yang digunakan pada aplikasi ini adalah *GoogleMaps*.

2. Menu Informasi

Menu ini merupakan menu yang menampilkan informasi tentang gempa, seperti penanganan ketika terjadi gempa.

3. Menu Login

Menu *login* merupakan menu yang hanya dapat diakses oleh admin yang telah memiliki *username* dan *password*.

4. Menu Manajemen Kecamatan

Menu ini dapat diakses ketika berhasil melakukan *login* sebagai admin. Pada halaman ini

pengguna dapat melakukan manajemen data kecamatan seperti menambah, menghapus dan mengubah data.

5. Menu Manajemen kerentanan

Menu ini dapat diakses ketika berhasil melakukan *login* sebagai admin. Pada halaman ini pengguna dapat melakukan manajemen data kerentanan seperti menambah, menghapus dan mengubah data.

6. Menu Peta Kerentanan

Menu ini dapat diakses oleh admin. Pada halaman ini pengguna dapat melakukan perhitungan data kerentanan dan hasilnya akan tampil pada peta dan tabel.

7. Menu Logout

Menu ini dapat diakses untuk pengguna keluar dari halaman admin.

V. PEMBAHASAN

A. Implementasi Antarmuka

1. Halaman Utama

Antarmuka halaman utama yang merupakan halaman yang pertama kali diakses ketika membuka sistem. Adapun tampilan antarmuka halaman pencarian dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Halaman Utama

2. Halaman Login

Pada halaman ini pengguna diminta untuk memasukkan *username* dan *password* agar dapat

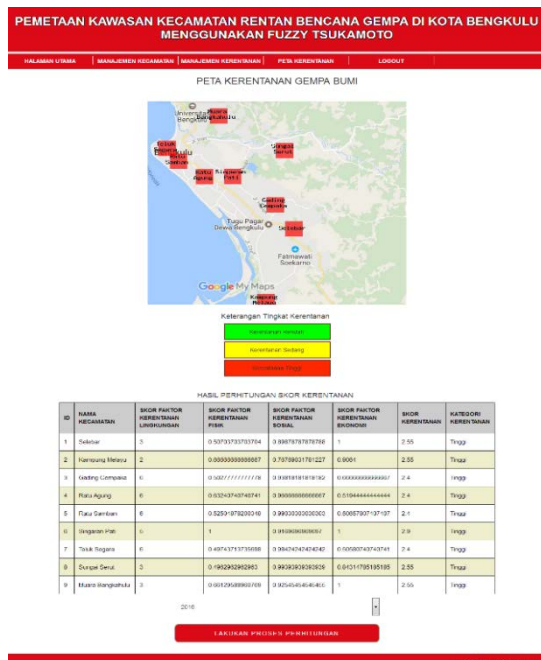
masuk ke dalam halaman *dashboard admin*. Jika pengguna memasukkan *username* dan *password* dengan benar maka pengguna akan masuk ke halaman *dashboard admin*. Adapun tampilan antarmuka halaman manajemen kecamatan ini dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Halaman Login

3. Halaman Peta Kerentanan

Pada halaman ini pengguna dapat melihat peta kerentanan gempa bumi dan tabel hasil perhitungan skor kerentanan. Berikut adalah tampilan halaman peta kerentanan pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Halaman Peta Kerentanan

4. Halaman Manajemen Kecamatan

Antarmuka ini digunakan untuk melakukan proses manajemen kecamatan berupa data nama kecamatan, luas daerah, jumlah kecamatan,

koordinat latitude, koordinat longitude, profil dan foto profil kecamatan. Adapun tampilan antarmuka halaman manajemen kecamatan ini dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Halaman Manajemen Kecamatan

4. Halaman Manajemen Kerentanan

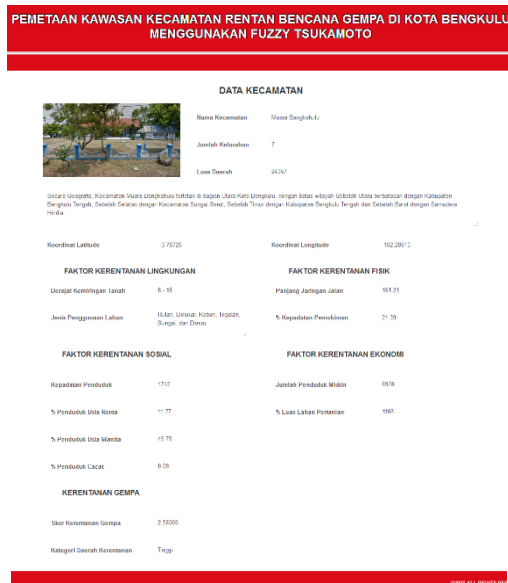
Halaman ini digunakan untuk proses pengolahan data kerentanan setiap kecamatan yang akan dicari nilai kerentanannya. Data yang di proses pada halaman ini adalah nama kecamatan, bahaya, kapasitas, variabel faktor kerentanan lingkungan, variabel faktor kerentanan fisik, variabel kerentanan sosial, dan faktor kerentanan ekonomi. Adapun tampilan antarmuka halaman manajemen kerentanan ini dapat dilihat pada gambar 5.5.



Gambar 5.5 Halaman Manajemen Kerentanan

5. Halaman Informasi

Halaman informasi merupakan halaman *pop-up* ketika pengguna meng klik kecamatan yang ada pada peta. Pada halaman ini berisi informasi dari data kecamatan yang dipilih, tampilan dapat dilihat pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Halaman Informasi

B. Pengujian Akurasi

Tingkat akurasi dihitung dengan membandingkan hasil dari keluaran sistem dengan hasil actual, dapat dilihat pada tabel 5.1. Data aktual yang digunakan adalah data pada tahun 2016 yang didapat dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) provinsi Bengkulu.

Tabel 5.1 Pengujian Akurasi Sistem

| No | Kecamatan | Hasil Kerentanan Gempa Bumi | |
|----|-------------------|-----------------------------|--------------|
| | | Hasil Sistem | Hasil Aktual |
| 1 | Selebar | Tinggi | Tinggi |
| 2 | Kampung Melayu | Tinggi | Tinggi |
| 3 | Gading Cempaka | Tinggi | Tinggi |
| 4 | Ratu Agung | Tinggi | Tinggi |
| 5 | Ratu Samban | Tinggi | Tinggi |
| 6 | Singaran Pati | Tinggi | Tinggi |
| 7 | Teluk Segara | Tinggi | Tinggi |
| 8 | Sungai Serut | Tinggi | Tinggi |
| 9 | Muara Bangka Hulu | Tinggi | Tinggi |

Berdasarkan tabel setelah dilakukan pengujian, maka proses akurasi dari sistem dapat dihitung dengan rumus seperti berikut,

$$\begin{aligned} \text{Tingkat akurasi} &= \frac{\text{jumlah hasil benar}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\% \\ &= \frac{9}{9} \times 100\% = 100\% \end{aligned}$$

Jadi presentase akurasi sistem untuk menentukan daerah rentan gempa bumi kota Bengkulu memiliki hasil sebesar 100%.

VI. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini telah berhasil menghasilkan sistem yang dapat memetakan daerah rentan gempa bumi di kota Bengkulu menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Sistem ini dapat digunakan oleh masyarakat untuk mengetahui daerah rentan gempa dan dapat digunakan oleh pemerintah daerah sebagai bahan analisis untuk merencanakan dan melakukan kegiatan mitigasi daerah Kota Bengkulu.
2. Metode *Fuzzy tsukamoto* yang diimplementasikan pada sistem ini memberikan hasil yang optimal dalam menghasilkan daerah rentan gempa di Kota Bengkulu. Hasil daerah rentan pada sistem sama dengan hasil yang didapat dari data rentan gempa Kota Bengkulu yang dimiliki oleh BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Provinsi Bengkulu sebesar 100%.
3. Data inputan dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* pada kasus daerah rentan gempa di kota Bengkulu telah dapat menyajikan informasi

kedalam bentuk web dengan menampilkan peta digital sehingga data yang ditampilkan dapat menunjukkan daerah rentan gempa.

4. Berdasarkan pengujian dengan nilai variabel yang bervariasi sistem dapat mengasilkan daerah rentan gempa dalam tiga kategori kerentanan yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

B. Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan sebelumnya, maka saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Agar penelitian ini tidak berhenti sampai disini saja, ada baiknya penelitian ini dilanjutkan dengan menggunakan metode lain seperti metode *fuzzy mamdani* ataupun *fuzzy sugeno*.
2. Data dari instansi terkait dapat diakses secara terbuka terutama untuk pengambilan data penggunaan lahan dan kemiringan kereng di instansi BAPPEDA.

REFERENSI

- [1] Latief, Hamzah, dkk. (2000). *Tsunami Catalog and Zones in Indonesia*. Vol 22. Tohoki University.
- [2] UU RI No. 24 Tahun 2007. *Tentang Penanggulangan Bencana*. Jakarta
- [3] Ardiansyah, Sabar. (2013). *Kajian Statistik Eenergi Potensial Gempa Bumi Di Wilayah Bengkulu*. Bengkulu: Stasiun Geofisika Kepahiang.
- [4] Cutter, S.L. (1996). *Vulnerability To Environmental Hazard*. Department of Geography, University of South Carolina, Columbia, SC 29208. USA.pp 528-539
- [5] Jang, J.S.R. et al. (1997). *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. Prentice-Hall International, London.
- [6] Juhadi, dan Dewi Liesnoor S. (2001). *Desain dan Komposisi Peta Tematik*. CV.Indoprint, Semarang.
- [7] Febrianda, D. A., Andreswari, D., & Purwandari, E. P. (2016). *Sistem Autentifikasi Citra Digital Terintegrasi Dengan Error Level Analysis (ELA) dan Color Filter Array (CFA) Berbasis Web*.
- [8] Karimah, F. U. (2014). *Rancang Bangun Aplikasi Pencarian Citra Batik Besurek Berbasis Tekstur dengan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix dan Euclidean Distance*. Universitas Bengkulu.