

PENERAPAN *FUZZY LOGIC* DALAM PEMBUATAN PETA *ELEMENT AT RISK* BENCANA LUAPAN BANJIR SANGAI AIR BENGKULU KOTA BENGKULU

Farouki Dinda Rassarandi* dan Bungaran Roy Satria Tambunan#

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Geomatika

Jalan Ahmad Yani, Batam Kota, Kota Batam 29461, Indonesia

E-mail: farouki@polibatam.ac.id

Kementerian Agraria dan Tata Ruang/ Badan Pertanahan Nasional

Subseksi Penatagunaan Tanah dan Kawasan Tertentu

Kantor Pertanahan Kabupaten Lahat

E-mail: bungaran.roy@gmail.com

Abstrak

Banjir merupakan suatu bencana yang dapat menimbulkan kerugian dan kerusakan di berbagai bidang, khususnya infrastruktur. Salah satu upaya untuk mencegah dan mengurangi dampak dari bencana banjir yaitu dengan pembuatan simulasi melalui pemodelan spasial dalam bentuk peta *element at risk*. Pada pembuatan peta *element at risk*, *input data* berupa peta yang diunduh dari Open Street Map yang berisikan kenampakan alam maupun infrastruktur dari simulasi bencana yang dibuat menggunakan logika *Fuzzy*. Penerapan logika *Fuzzy* digunakan untuk menginterpretasikan statemen yang samar dari persentase area bangunan yang terdampak pada setiap klasifikasi area luapan banjir menjadi sebuah pengertian yang logis dalam pengklasifikasian kerusakan "Berat", "Sedang" dan "Ringan". Berdasarkan hasil simulasi bencana banjir yang telah dilakukan, didapati bahwa jumlah bangunan yang terkena dampak bencana banjir luapan Sungai Air Bengkulu adalah sebanyak 37 bangunan "Rusak Berat", 216 "Rusak Sedang" dan 329 "Rusak Ringan", dengan jumlah korban jiwa terdampak sebanyak 2.328 jiwa.

Kata kunci: logika *fuzzy*, bencana, banjir, peta, *element at risk*

Abstract

Flood is a disaster that can cause loss and damage in various fields, especially infrastructure. One effort to prevent and reduce the impact of flood is by making simulations through spatial modeling in the form map of element at risk. In making map of element at risk, data input in the form of a map downloaded from the Open Street Map containing infrastructures and natural features from disaster simulations made using Fuzzy logic. The application of Fuzzy logic is used to interpret vague statements of the percentage of the building area affected in each classification of flood overflow areas into a logical understanding of the damage classification of "Berat", "Sedang" and "Ringan". Based on the results of the flood disaster simulation, it was found that the number of buildings impacted by the overflowing floods of the Air Bengkulu River was 37 buildings "Rusak Berat", 216 "Rusak Sedang" and 329 "Rusak Ringan", with 2,328 fatalities.

Keywords: *fuzzy logic, disaster, flood, map, element at risk*

1. Pendahuluan

Banjir merupakan fenomena alam dimana terjadi kelebihan air yang tidak tertampung oleh jaringan *drainase* di suatu daerah sehingga menimbulkan

genangan yang merugikan [1]. Kerugian yang diakibatkan banjir seringkali sulit diatasi baik oleh masyarakat maupun instansi terkait. Banjir disebabkan oleh berbagai macam faktor yaitu kondisi

daerah tangkapan hujan, durasi dan intensitas hujan, *land cover*, kondisi topografi, kapasitas jaringan *drainase*, maupun luapan air sungai itu sendiri [2].

Banjir dapat menimbulkan kerugian dan kerusakan di berbagai bidang khususnya infrastruktur [3]. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap karakteristik ancaman, sikap atau perilaku yang mengakibatkan penurunan kualitas sumber daya alam, dan kurangnya informasi/peringatan dini sehingga menyebabkan ketidaksiapan dan ketidakmampuan dalam menghadapi bencana.

Salah satu upaya mencegah dan mengurangi dampak dari bencana banjir yaitu dengan tersedianya informasi yang dikemas ke dalam bentuk peta digital terhadap daerah rawan banjir, yang dapat digunakan untuk perencanaan pengendalian atau penanggulangan dini [2]. Simulasi dari bencana banjir melalui pemodelan spasial dalam bentuk peta *element at risk* [4] berbasis SIG merupakan salah satu metode yang tepat dalam pemetaan daerah rawan banjir untuk cakupan daerah yang luas dengan waktu yang relatif singkat [5].

Element at risk (elemen berisiko) ialah penduduk, bangunan, properti, fasilitas penting, infrastruktur, komponen lingkungan dan sosial yang berpotensi terkena dampak dari suatu kejadian bencana dan kemungkinan kerugian yang timbul akibat suatu kejadian bencana [6].

Pada pembuatan peta *element at risk* ini, *input* data berupa peta yang diunduh dari Open Street Map yang berisikan kenampakan alam maupun infrastruktur dari simulasi bencana yang akan dibuat menggunakan logika *Fuzzy*. Logika *Fuzzy* atau *Fuzzy Logic* adalah cabang dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligent*) yang mengemulasi kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin [7]. Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Logika *Fuzzy* menginterpretasikan statemen yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis. Peta *element at risk* kemudian divisualisasikan dalam peta dengan skala 1:10.000 pada lembar peta ukuran A3.

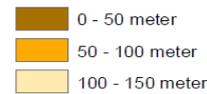
2. Metode

Pengklasifikasian untuk bahaya bencana luapan banjir Sungai Air Bengkulu dibagi menjadi tiga kelas, antara lain:

- a. 0 – 50 meter : Rusak Berat
- b. 50 – 100 meter : Rusak Sedang
- c. 100 – 150 meter : Rusak Ringan

Adapun tampilan dari klasifikasi *buffer* jarak luapan

Sungai Air Bengkulu dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. *Buffer* sungai

Untuk pengklasifikasian kerusakan infrastruktur akibat bencana banjir dari luapan sungai Air Bengkulu menggunakan logika *Fuzzy*. Dalam pengolahan *Fuzzy* menggunakan *fuzzy logic toolbox* dengan kategori GUI jenis *membership function editor*, sesuai aturan:

- 1) Masukan Fuzzifikasi = derajat keanggotaan *fuzzy set* menggunakan fungsi keanggotaan berdasarkan presentase area bangunan yang terdampak pada area luapan.
- 2) Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* = *Linear*.
- 3) Operasi *fuzzy logic* = Operasi *fuzzy* untuk melakukan fungsi jarak (*fdistance*) dalam *if then rules* untuk memperoleh derajat kebenaran *antecedent* berupa bilangan tunggal.
- 4) Implikasi = Implikasi dilakukan pada setiap *rules*, dengan menggunakan fungsi perbandingan jarak.
- 5) Defuzzifikasi = Mengkonversi setiap hasil dari fungsi $f(x)$ yang diekspresikan dalam bentuk *fuzzy set* ke suatu bilangan *real*.

Adapun ketentuan yang digunakan untuk menyusun tingkat kerusakan bangunan terhadap jarak luapan Sungai Air Bengkulu antara lain sebagai berikut:

a. 0 – 50 meter

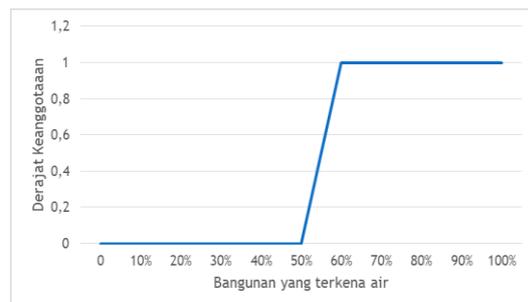
Klasifikasi bangunan berdasarkan persentase area bangunan yang terdampak pada area luapan

0 – 50 % → Rusak Sedang

50 – 60 % → Fungsi

> 60% → Rusak Berat

Fungsi keanggotannya adalah *linear*.



Gambar 2. Fungsi keanggotaan klasifikasi bangunan berdasarkan persentase area bangunan yang terdampak pada area luapan 0 – 50 meter

Jika $x \leq a$, maka $f(x) = 0 \rightarrow$ Rusak Sedang (1)

Jika $x > a$ dan $x < b$, maka:

$$f(x) = \frac{(b - x)}{(b - a)} \quad (2)$$

Jika $x > b$, maka $f(x) = 1 \rightarrow$ Rusak Berat (3)

Jika presentase tingkat terdampak suatu bangunan 55% dari bagian bangunan masuk ke area “Rusak Berat”, maka fungsi *Fuzzy* dan keanggotaannya adalah sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{(60 - 55)}{(60 - 50)} = 0.5$$

Fuzzy Logic yang diterapkan dengan jenis *membership function editor* berdasarkan presentase area bangunan yang terdampak pada area luapan 0 sampai 50 meter adalah sebagai berikut.

```

/*Jarak Luapan
/* =====
/* linear membership function:
/*
/* membership grade 0.0 at 50 %
/* membership grade 1.0 at 60 %
/*
docell
If (distance gt 60) fdistance = 1.0
Else fdistance = (60 - distance) / 60-50
End
/*

```

b. 50 – 100 meter

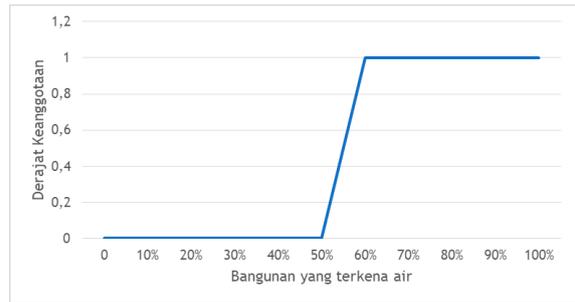
Klasifikasi bangunan berdasarkan persentase area bangunan yang terdampak pada area luapan

0 – 50 % \rightarrow Rusak Ringan

50 – 60 % \rightarrow Fungsi

> 60% \rightarrow Rusak Sedang

Fungsi keanggotannya adalah *linear*.



Gambar 3. Fungsi keanggotaan klasifikasi bangunan berdasarkan persentase area bangunan yang terdampak pada area luapan 50 – 100 meter

Jika $x \leq a$, maka $f(x) = 0 \rightarrow$ Rusak Ringan (4)

Jika $x > a$ dan $x < b$, maka

$$f(x) = \frac{(b - x)}{(b - a)} \quad (5)$$

Jika $x > b$, maka $f(x) = 1 \rightarrow$ Rusak Sedang (6)

Jika presentase tingkat terdampak suatu bangunan 55% dari bagian bangunan masuk ke area “Rusak Sedang”, maka fungsi *Fuzzy* dan keanggotaannya adalah sebagai berikut :

$$f(x) = \frac{(60 - 55)}{(60 - 50)} = 0.5$$

Fuzzy Logic yang diterapkan dengan jenis *membership function editor* berdasarkan presentase area bangunan yang terdampak pada area luapan 50 sampai 100 meter adalah sebagai berikut.

```

/*Jarak Luapan
/* =====
/* linear membership function:
/*
/* membership grade 0.0 at 50 %
/* membership grade 1.0 at 60 %
/*
docell
If (distance gt 60) fdistance = 1.0
Else fdistance = (60 - distance) / 60-50
End
/*

```

c. 100 – 150 meter

Klasifikasi bangunan berdasarkan persentase area bangunan yang terdampak pada area luapan

0 – 10 % \rightarrow Aman

10 – 30 % → Fungsi
 30 – 100% → Rusak Ringan

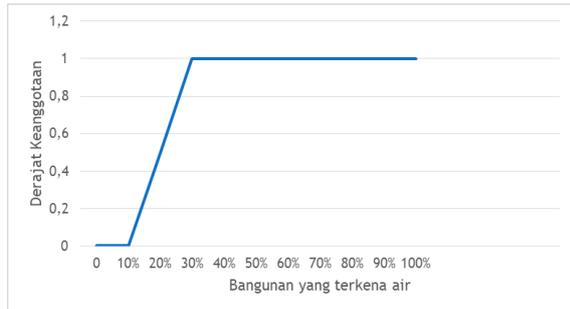
Fungsi keanggotaannya adalah *linear*.

Jika $x \leq a$, maka $f(x) = 0$ → Aman (7)

Jika $x > a$ dan $x < b$, maka

$$f(x) = \frac{(b - x)}{(b - a)} \quad (8)$$

Jika $x > b$, maka $f(x) = 1$ → Rusak Ringan (9)



Gambar 4. Fungsi keanggotaan klasifikasi bangunan berdasarkan persentase area bangunan yang terdampak pada area luapan 100 – 150 meter

Jika presentase tingkat terdampak suatu bangunan 20% dari bagian bangunan masuk ke area “Rusak Ringan”, maka fungsi *Fuzzy* dan keanggotaannya adalah sebagai berikut :

$$f(x) = \frac{(30 - 20)}{(30 - 10)} = 0.5$$

Fuzzy Logic yang diterapkan dengan jenis *membership function editor* berdasarkan presentase area bangunan yang terdampak pada area luapan 100 sampai 150 meter adalah sebagai berikut.

/*Jarak Luapan

/* =====

/* *linear membership function*:

/*

/* *membership grade 0.0 at 10 %*

/* *membership grade 1.0 at 30 %*

/*

docell

If (distance gt 30) fdistance = 1.0

Else fdistance = (30 - distance) / 30 - 10

End

/*

Berdasarkan ketentuan-ketentuan yang telah dijabarkan di atas, maka dapat ditampilkan dan disajikan informasi bangunan yang terkena dampak dari luapan Sungai Air Bengkulu berdasarkan dari *value* yang diinput, sehingga didapatkan simulasi bangunan mana saja yang terdampak dari luapan Sungai Air Bengkulu tersebut. Baik itu rusak berat, rusak sedang, rusak ringan, maupun bangunan yang aman dari bencana luapan banjir.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil simulasi bencana banjir yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

a) Jumlah Bangunan yang Terkena Dampak.

Klasifikasi tingkat kerusakan bangunan yang terkena dampak bencana banjir terhadap luapan Sungai Air Bengkulu adalah seperti Gambar 5 di bawah ini



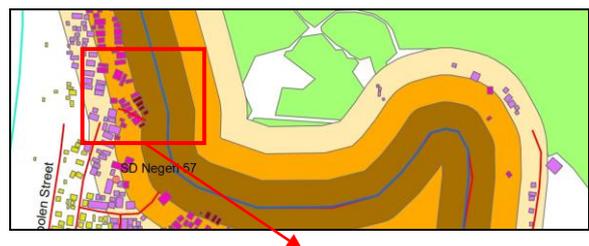
Gambar 5. Klasifikasi kerusakan bangunan

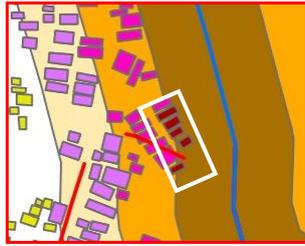
b) Jumlah Jiwa yang Terkena Dampak.

Jika estimasi jumlah masing-masing rumah berisi 4 jiwa [3] [4], maka untuk jumlah korban dampak bencana luapan banjir berdasarkan pengklasifikasian bangunan yang terkena dampak dari bencana tersebut adalah sebagai berikut.

1. Kategori bangunan rusak berat, jumlah korban terdampak adalah sebanyak 148 jiwa,
2. Kategori bangunan rusak sedang, jumlah korban terdampak adalah sebanyak 864 jiwa, dan
3. Kategori bangunan rusak ringan, jumlah korban terdampak adalah sebanyak 1.316 jiwa.

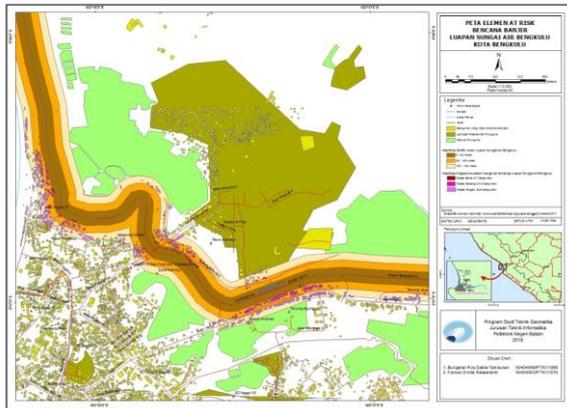
Berikut adalah hasil implementasi fungsi *Fuzzy Logic* pada Peta *Element at risk* Bencana Luapan Banjir Sungai Air Bengkulu. Terlihat bahwa untuk beberapa bangunan yang berada diantara 2 kawasan *buffer* yang berdampingan, tingkat kerusakan bangunannya ditentukan berdasarkan logika *Fuzzy* (bangunan-bangunan yang dikelilingi kotak putih) (Gambar 6).





Gambar 6. Hasil implementasi fungsi *Fuzzy Logic* pada Peta *Element at risk*

Adapun tampilan dari peta *element at risk* bencana luapan banjir Sungai Air Bengkulu Kota Bengkulu secara menyeluruh dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Peta *Element at risk* bencana luapan banjir Sungai Air Bengkulu, Kota Bengkulu

4. Kesimpulan

- (1) Penerapan logika *Fuzzy* pada pembuatan peta *element at risk* bencana luapan banjir Sungai Air Bengkulu digunakan untuk menginterpretasikan statemen yang samar dari persentase area bangunan yang terdampak pada setiap klasifikasi area luapan banjir menjadi sebuah pengertian yang logis dalam pengklasifikasian kerusakan “Berat”, “Sedang” dan “Ringan”.
- (2) Berdasarkan hasil simulasi bencana banjir yang telah dilakukan, didapati bahwa jumlah bangunan yang terkena dampak bencana banjir luapan Sungai Air Bengkulu adalah sebanyak 37 bangunan “Rusak Berat”, 216 “Rusak Sedang” dan 329 “Rusak Ringan”.
- (3) Jumlah korban jiwa terdampak bencana luapan banjir Sungai Air Bengkulu adalah sebanyak 148 jiwa dari bangunan rusak berat, 864 jiwa dari bangunan rusak sedang dan 1.316 jiwa dari bangunan rusak ringan, dengan total korban keseluruhan adalah sebanyak 2.328 jiwa.

Daftar Pustaka

- [1] Pane, E. S., Ketut, E., “Pengembangan Simulasi Aliran Air Pada Saluran Drainase Kota Menggunakan Pemodelan *Network Flow*”, Thesis, Jurusan Teknik Elektro ITS, 2010.
- [2] Wibowo, N. S., Setyohadi, D. P. S., dan Rakhmad, H., “Penggunaan Metode *Fuzzy* Dalam Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kabupaten Jember”, Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat 2016, ISBN 978-602-14917-2-0, 2016.
- [3] BAPPENAS, “Laporan Perkiraan Kerusakan dan Kerugian Pasca Bencana Banjir Awal Februari 2007 di Wilayah JABODETABEK (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi)”, Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/ BAPPENAS, 2007.
- [4] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, “Petunjuk Teknis Penyusunan Peta Ancaman dan Risiko Bencana untuk Tingkat Kabupaten/Kota”, Proyek Peningkatan Kapasitas Penanggulangan Bencana bagi BNPB dan BNPD, 2015.
- [5] Prahasta, E., “Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografi”, Bandung: Informatika, 2001.
- [6] Thywissen, K., “*Components of Risk*”, SOURCE (Studies of the University: Research, Counsel, Education), Publication Series of UNU Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS), Bonn, Germany. 2006.
- [7] Kusumadewi, Sri., “*Artificial Intelligence: Teknik dan Aplikasinya*”. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2000.