

**PRAKIRAAN DAERAH POTENSI RAWAN BANJIR DENGAN
MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO
BERBASIS WEBSITE
(STUDI KASUS KOTA PONTIANAK)**

Alexsandrana¹, Sampe Hotlan Sitorus², Dwi Marisa Midyanti³

^{1,2,3}Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jalan Prof Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak

Telp./Fax. : (0561) 577963

e-mail: ¹cherryxing37@gmail.com, ²sitorus.hotland@gmail.com,

³dwi.marisa@siskom.untan.ac.id

Abstract

Disaster is an event that disrupts people's lives caused by natural factors and non-natural factors which creates a risk in a region that can be in the form of death, life threatening, and disruption of community activities. Disasters that cause many losses are floods. The main factor of flooding is the high intensity of the rain and the geographical conditions that the river flows through. In this research an application for forecasting potential flood-prone areas will be made using the fuzzy Tsukamoto method which is useful for providing information on areas that have the potential to flood the people of Pontianak City. In fuzzy Tsukamoto method, fuzzy inference system accepts crisp input in the form of firm values, where firm values will be converted into fuzzy sets through fuzzification, inference and defuzzification processes. The end result of these processes will produce output in the form of fuzzy values as system output. This research uses realtime rainfall and river depth data taken from the Pontianak BMKG Maritime website as an input to the application. The value of rainfall used is between 0 - 50 mm, the value of the height of river water used is between 0.5 - 2.5 m, and the value of land height between 0.5 - 1.7 m. From 40 test data, 37 validated data were correctly obtained, thus the accuracy of this study was 92.5%.

Keywords: Fuzzy Tsukamoto, forecast of flood areas, Pontianak city

1. PENDAHULUAN

Bencana adalah peristiwa yang mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam maupun faktor nonalam sehingga menimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah yang dapat berupa kematian, jiwa terancam, dan gangguan kegiatan masyarakat [1]. Frekuensi kejadian paling besar dan banyak menimbulkan kerugian dari suatu bencana karena iklim adalah banjir. Banjir didefinisikan sebagai tergenangnya suatu tempat akibat meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air di suatu wilayah yang dapat menimbulkan kerugian fisik, sosial dan ekonomi [2].

Faktor utama banjir adalah hujan dengan intensitas tinggi dan berlangsung lama. Hujan dengan intensitas yang tinggi dan dipengaruhi dengan keadaan geografis yang dikelilingi oleh daerah yang dilalui oleh aliran sungai seperti di

Kota Pontianak tentu akan meningkatkan potensi untuk terjadinya banjir [3].

Kondisi yang dihadapi saat ini terkait bencana banjir yang menjadi permasalahan adalah belum tersedianya informasi yang lengkap tentang bencana banjir. Hal-hal tersebut disebabkan karena adanya keterbatasan dasar pemahaman akan pengetahuan banjir sehingga menganalisa sebab akibat menggunakan rumusan umum yang bersifat tunggal [4].

Penelitian mengenai prakiraan banjir dilakukan oleh Hendi Hamdani, Sulwan Permana, dan Adi Susetyaningsih [3] dengan menerapkan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) matriks *Pairwise Comparison*. Penelitian ini menggunakan 3 parameter yaitu curah hujan, kelerengan dan penggunaan lahan. Hasil akhirnya diperoleh yaitu 17,76% daerah di Pulau Bangka adalah rawan banjir,

6,98% daerah paling rawan banjir dan 18,88% daerah terancam banjir.

AHP termasuk salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *multi-criteria decision making* (MCDM) [5]. Selain AHP, salah satu metode *fuzzy* yang digunakan dalam MCDM adalah *fuzzy* Tsukamoto. Kelebihan dari metode *fuzzy* Tsukamoto adalah sangat fleksibel, bersifat intuitif dan dapat memberikan tanggapan berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat, dan ambigu [6].

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto dilakukan oleh Popy Meilina, Nurvelly Rosanti, dan Nuraeni Astryani [7] untuk penentuan jumlah produksi barang. Penelitian ini menggunakan 3 parameter yaitu pemesanan, persediaan, dan produksi. Hasil akhirnya yaitu perbandingan antara perhitungan manual dan perhitungan sistem dengan didapatkan persentase kebenaran dari sistem ini sebesar 96,91%.

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan *fuzzy* Tsukamoto juga dilakukan oleh Nadia Roosmalita Sari dan Wayan Firdaus Mahmudy [8] untuk penentuan kelayakan calon pegawai. Sistem ini dibangun dengan 9 parameter yaitu kemampuan menjual, latar belakang data diri, kepercayaan diri, kemampuan intrapersonal, orientasi prestasi, orientasi layanan, etos kerja, motivasional fit, dan dapat dipercaya. Hasil dari sistem adalah perbandingan. Keakuratan antara perbandingan sistem dengan perbandingan pakar adalah 95,2%.

Merujuk dari permasalahan diatas, akan dikembangkan sebuah sistem untuk memprakirakan daerah potensi rawan banjir dengan menggunakan 3 parameter yaitu curah hujan, tinggi air sungai, dan ketinggian daratan dengan menggunakan logika *fuzzy* Tsukamoto yang berbasis *website* dengan studi kasus di Kota Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Logika *Fuzzy*

2.1.1 Pengertian Logika *Fuzzy*

Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat

bernilai benar atau salah secara bersamaan. Dalam *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1(satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak). Logika *Fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah [9].

2.1.2 Komponen Logika *Fuzzy*

Adapun komponen dalam logika *fuzzy*, yaitu [9]:

- Variabel *fuzzy*: Suatu besaran yang nilainya dapat berubah atau diubah sehingga mempengaruhi peristiwa yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur, jumlah permintaan.
- Himpunan *fuzzy*: suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
- Semesta pembicaraan: keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk operasi dalam suatu variabel *fuzzy*, seperti: semesta pembicaraan untuk variabel umur atau temperatur.
- Domain himpunan *fuzzy*: keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*, seperti: $Dingin = [0 - 15]$.
- Fungsi Keanggotaan (*membership function*): suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai/derajat keanggotaannya ($\mu(x)$) yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

2.1.3 Himpunan *Fuzzy*

Teori himpunan *fuzzy* diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Jika X adalah koleksi dari objek-objek yang dinotasikan secara generik oleh x , maka suatu himpunan *fuzzy* F , dalam X adalah suatu himpunan pasangan berurutan:

$$F = \{(x, \mu_F(x)) | x \in X\} \quad (1)$$

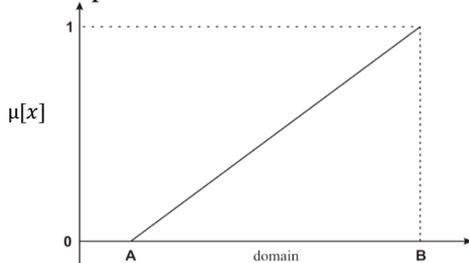
dengan $\mu_F(x)$ adalah derajat keanggotaan x di F yang memetakan X ke ruang keanggotaan M yang terletak pada rentang $(0,1)$ [10].

2.1.4 Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik masukkan data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Berikut beberapa fungsi yang bisa digunakan [9].

- Representasi Linear

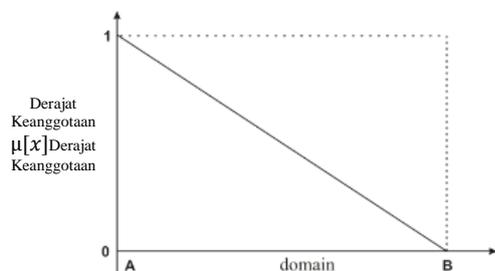
Pada representasi linear, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Hal ini terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Representasi Linear Naik
 Sumber : [9]

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Hal ini terlihat pada Gambar 2.

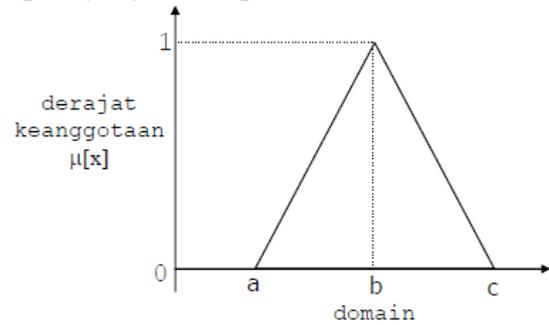


Gambar 2. Representasi Linear Turun
 Sumber : [9]

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ (b - x)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (3)$$

- Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier) seperti yang terlihat pada Gambar 3.

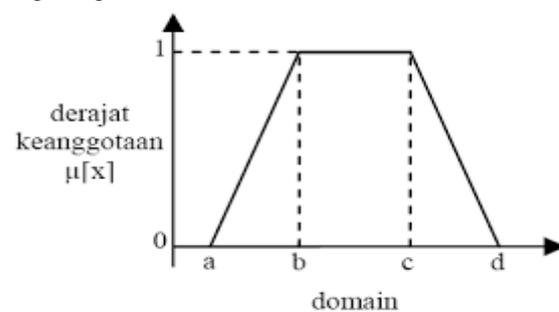


Gambar 3. Representasi Kurva Segitiga
 Sumber : [9]

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ (b - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (4)$$

- Representasi Kurva Trapezium

Kurva Trapezium pada dasarnya seperti bentuk kurva segitiga, namun terdapat beberapa titik memiliki nilai keanggotaan 1 seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Representasi Kurva Trapezium
 Sumber : [9]

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (5)$$

2.1.5 Operator Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu [11]:

- **Operator AND**
 Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (6)$$

- **Operator OR**
 Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (7)$$

- **Operator NOT**
 Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

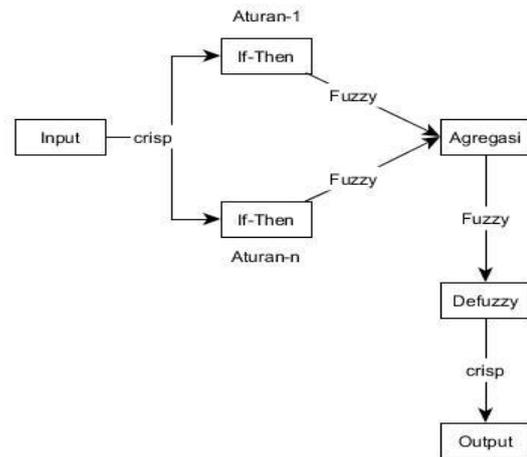
$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x] \quad (8)$$

2.1.6 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem Inferensi Fuzzy (*Fuzzy Inference System* atau FIS) merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy berbentuk *If-Then* dan penalaran fuzzy. Secara garis besar, diagram blok sistem inferensi fuzzy dapat dilihat pada Gambar 6.

Sistem inferensi fuzzy menerima *input crisp* berupa nilai tegas (*crisp value*). Nilai tegas tersebut akan masuk ke dalam sistem inferensi fuzzy, dimana nilai tegas akan diubah ke dalam himpunan fuzzy melalui proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Hasil akhir dari proses ini akan menghasilkan keluaran berupa nilai tegas kembali. *Input* ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi n aturan fuzzy dalam bentuk *If-Then*. *Firestrenght* (nilai keanggotaan anteseden atau α) akan dicari pada setiap aturan. Apabila aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan

agregasi semua aturan. Selanjutnya pada hasil agregasi akan dilakukan *defuzzy* untuk mendapatkan nilai *crisp* sebagai *output* sistem. Nilai keluaran inilah yang nantinya menjadi dasar untuk menentukan potensi rawan banjir pada masing-masing daerah. Perancangan sistem inferensi fuzzy memiliki empat bagian utama, yaitu: fuzzifikasi, basis aturan, inferensi, dan defuzzifikasi.



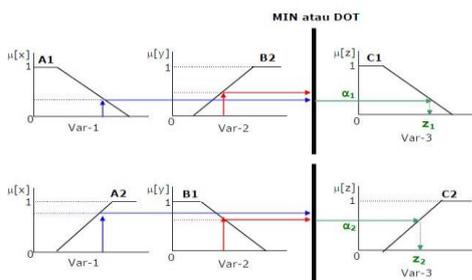
Gambar 6. Struktur Dasar Pengendali Fuzzy
 Sumber : [9]

- **Fuzzifikasi**
 Fuzzifikasi adalah proses memetakan nilai *crisp* (numerik) ke dalam himpunan *fuzzy* dan menentukan derajat keanggotaannya di dalam himpunan *fuzzy*, atau secara sederhana mengubah masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti (*crisp input*) ke dalam bentuk *fuzzy input*. Hal ini dilakukan karena data diproses berdasarkan teori himpunan *fuzzy* sehingga data yang bukan dalam bentuk *fuzzy* harus diubah ke dalam bentuk *fuzzy*
- **Basis Aturan**
 Setelah pembentukan himpunan *fuzzy* (fuzzifikasi), maka dilakukan pembentukan aturan *fuzzy* (*fuzzy rule*). Aturan-aturan dibentuk untuk menyatakan relasi antara *input* dan *output*. Setiap aturan merupakan suatu implikasi. Operator yang digunakan untuk menghubungkan antara dua *input* adalah operator *AND*, dan yang memetakan antara *input-output* adalah *If-Then*. Proposisi yang mengikuti *If* disebut anteseden, sedangkan

proposisi yang mengikuti *Then* disebut konsekuensi.

- **Inferensi**
 Inferensi adalah proses evaluasi aturan (*rule fuzzy*) untuk menghasilkan keluaran dari setiap aturan. Untuk mendapatkan keluaran dalam domain *fuzzy* digunakan aplikasi fungsi implikasi. Fungsi implikasi yang digunakan adalah implikasi *Min* menggunakan operator *AND* (persamaan 6).

- **Defuzzifikasi**
 Defuzzifikasi adalah proses memetakan besaran dari himpunan *fuzzy* ke dalam bentuk nilai tegas (*crisp value*). Pada metode Tsukamoto, untuk menentukan *output crisp* digunakan defuzzifikasi rata-rata terpusat (*center average defuzzifier*) [9].



Gambar 7. Inferensi dengan metode *Fuzzy* Tsukamoto
 Sumber : [9]

$$Z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \quad (11)$$

Dalam *fuzzy* Tsukamoto terdapat pengujian terhadap keakuratan sistem. Perhitungan akurasi merupakan perbandingan antara jumlah data yang benar terhadap keseluruhan data. Perhitungan akurasi menggunakan persamaan 12 [9].

$$akurasi = \frac{\text{jumlah data terdeteksi dengan benar}}{\text{jumlah total data}} \times 100\% \quad (12)$$

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam merealisasikan penelitian tugas akhir ini ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Alur Penelitian

Pada penelitian ini, studi literatur dilakukan untuk memperoleh informasi dan teori-teori pendukung yang berhubungan dengan sistem dan cara kerja sebuah sistem serta *fuzzy*. Teori-teori pendukung tersebut diperoleh dari beberapa sumber seperti buku, jurnal ilmiah, laporan penelitian, dan sumber-sumber tulis lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini. Tahap pengumpulan data dilakukan observasi terhadap obyek-obyek penelitian. Pengumpulan data-data seperti data curah hujan, tinggi air sungai dan ketinggian daratan Kota Pontianak didapatkan melalui Dinas BPBD Pontianak dan Dinas BMKG Maritim Pontianak. Analisis kebutuhan mencakup analisis kebutuhan perangkat keras dan analisis kebutuhan perangkat lunak. Adapun kebutuhan perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini sebuah laptop merek ASUS Model S451LB dengan *Processor* core i-5, RAM 4.00 GB, dan Hardisk 256 *Gigabyte*. Sedangkan kebutuhan perangkat lunak mencakup aplikasi XAMPP, PHP versi 7.1, Apache versi 2.4.25, Sublime Text versi 3.0, dan aplikasi *browser*. Tahap perancangan system meliputi: perancangan *data flow diagram*, *entity relationship diagram*, perancangan basis data, *flowchart* alur sistem dan *fuzzy* Tsukamoto, perancangan sistem inferensi *fuzzy* Tsukamoto, dan perancangan antarmuka untuk aplikasi *website*. Tahap implementasi merupakan tahap pembuatan aplikasi menjadi kode-kode program. Pengujian dilakukan

setelah aplikasi selesai di buat. Tujuan dari pengujian metode *fuzzy* Tsukamoto adalah untuk mengetahui apakah hasil prakiraan aplikasi sudah sama dengan data *real* atau belum.

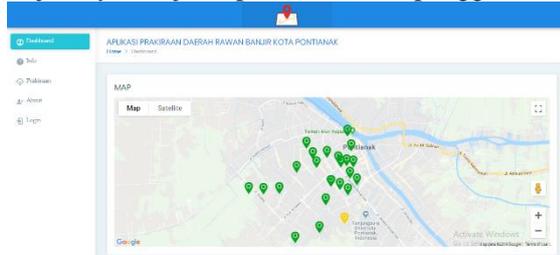
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tampilan Aplikasi

Berikut merupakan tampilan dari masing-masing antarmuka dalam aplikasi prakiraan daerah rawan banjir.

- Halaman Beranda

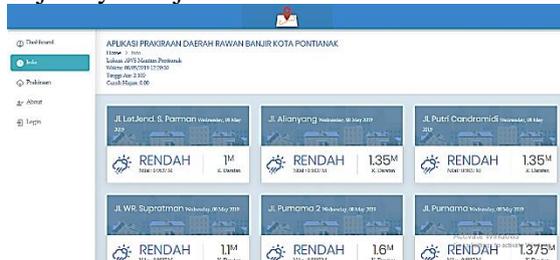
Tampilan halaman beranda ditunjukkan pada Gambar 10. Halaman beranda menampilkan informasi potensi daerah rawan banjir di Kota Pontianak dalam bentuk peta dengan menampilkan informasi berupa lokasi atau nama jalan, curah hujan, ketinggian air sungai, ketinggian daratan, dan nilai potensi terjadinya banjir kepada *user* atau pengguna.



Gambar 10. Halaman Beranda

- Halaman Info

Tampilan halaman info ditunjukkan pada Gambar 11. Halaman info merupakan halaman yang menampilkan informasi potensi daerah rawan banjir di Kota Pontianak dalam bentuk numerik. Informasi yang ditampilkan adalah informasi nama jalan, waktu, ketinggian daratan lokasi tersebut, dan nilai potensi terjadinya banjir.

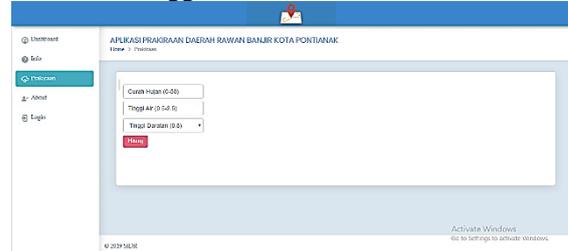


Gambar 11. Halaman Info

- Halaman Prakiraan

Tampilan halaman prakiraan ditunjukkan pada Gambar 12. Halaman prakiraan merupakan halaman yang

memungkinkan pengguna atau *user* untuk memasukkan sendiri nilai curah hujan, tinggi air, dan ketinggian daratan ke dalam *website*.



Gambar 12. Halaman Prakiraan

- Halaman Tentang

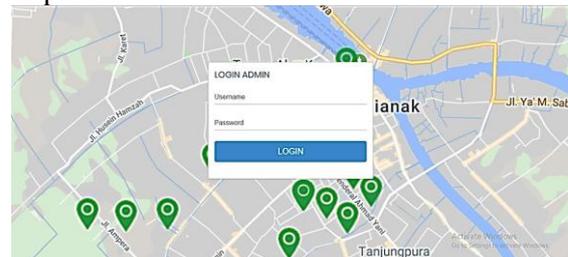
Tampilan halaman tentang ditunjukkan pada Gambar 13. Halaman tentang merupakan halaman yang menampilkan informasi tentang kegunaan aplikasi ini.



Gambar 13. Halaman Tentang

- Halaman Login Admin

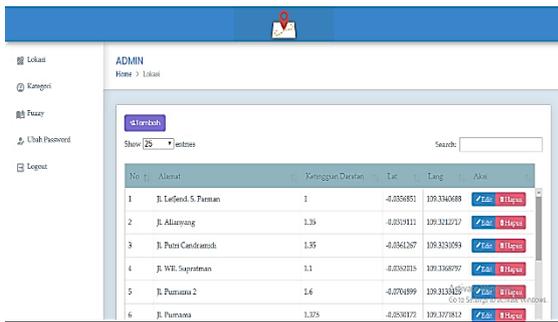
Tampilan halaman *login* admin ditunjukkan pada Gambar 14. Halaman *login* admin merupakan gerbang masuk untuk menuju halaman beranda admin jika syarat *login* berupa *username* dan *password* terpenuhi.



Gambar 14. Halaman Login Admin

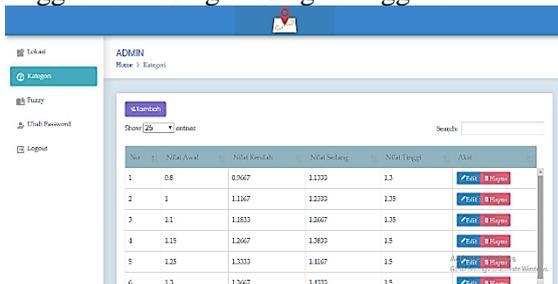
- Halaman Beranda Admin

Tampilan halaman beranda admin ditunjukkan pada Gambar 15. Halaman beranda admin menampilkan informasi berupa lokasi-lokasi di Kota Pontianak. Informasi yang ditampilkan adalah nama jalan, ketinggian daratan, dan titik koordinat masing-masing daerah.



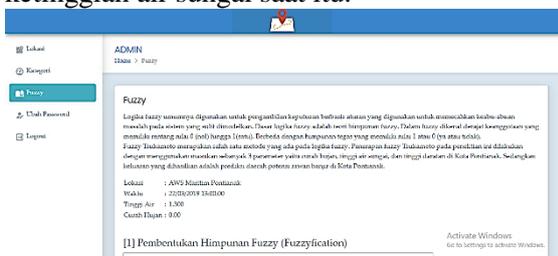
Gambar 15. Halaman Beranda Admin

- Halaman Kategori Admin
Tampilan halaman kategori admin ditunjukkan pada Gambar 16. Halaman kategori merupakan halaman yang menampilkan hasil kategori masing-masing ketinggian di Kota Pontianak. Informasi yang ditampilkan adalah informasi berupa nilai awal, nilai rendah, nilai sedang, dan nilai tinggi dari masing-masing ketinggian.



Gambar 16. Halaman Kategori Admin

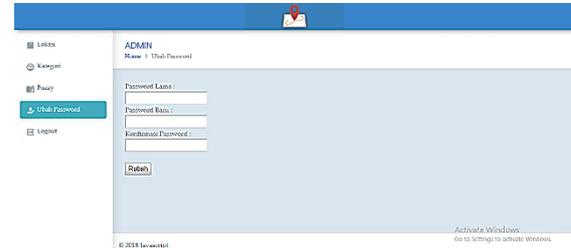
- Halaman Fuzzy Admin
Tampilan halaman fuzzy admin ditunjukkan pada Gambar 17. Halaman fuzzy merupakan halaman yang menampilkan proses perhitungan metode fuzzy Tsukamoto. Halaman fuzzy akan menampilkan informasi lokasi data yang didapat yaitu dari AWS Maritim Pontianak, waktu, curah hujan dan ketinggian air sungai saat itu.



Gambar 17. Tampilan Fuzzy Admin

- Halaman Ubah Password
Tampilan ubah password admin ditunjukkan pada Gambar 18. Halaman ubah

password merupakan halaman yang memberikan kemudahan kepada admin untuk mengganti password yang sudah tersimpan di dalam database.



Gambar 18. Tampilan Ubah Password

4.2 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 37 data latih dan 40 data uji. Data latih yang digunakan adalah data yang didapatkan dari dinas BPBD Kota Pontianak selama 5 tahun dari 2014 sampai dengan tahun 2018. Data yang menjadi masukan yaitu curah hujan, tinggi air, dan ketinggian daratan memiliki nilai yang berbeda-beda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Perhitungan akurasi data latih menggunakan persamaan 12 diberikan sebagai berikut.

$$Akurasi = \frac{37}{37} \times 100\% = 100\%$$

Hasil akurasi dengan 37 data latih adalah 100% dengan 37 data latih yang divalidasi benar. Hasil perbandingan data latih aplikasi dan data real ditunjukkan pada Tabel 4.

Sedangkan data uji adalah data yang tidak digunakan dalam data latih, yaitu data yang didapat dari berita banjir pada tanggal 29 Desember 2018 di website koran Tribun Pontianak dan data harian di tahun 2019. Perhitungan akurasi data uji menggunakan persamaan 12 diberikan sebagai berikut

$$Akurasi = \frac{37}{40} \times 100\% = 92,5\%$$

Hasil akurasi dengan 40 data uji adalah 92,5% dengan 37 data uji yang divalidasi benar dan 3 data uji yang divalidasi salah. Hasil perbandingan terhadap data uji aplikasi dan data real ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Data Latih Aplikasi dan Data *Real*

No.	Masukan			Aplikasi	Data <i>Real</i>	Validasi
	CH	TA	KD			
1	20.5	1.2	1.000	Sedang	Sedang	Benar
2	20.5	1.2	1.300	Rendah	Rendah	Benar
3	20.5	1.2	1.650	Rendah	Rendah	Benar
4	20.5	1.2	1.650	Rendah	Rendah	Benar
5	13.0	1.8	1.600	Rendah	Rendah	Benar
6	13.0	1.8	1.600	Rendah	Rendah	Benar
7	10.6	1.5	1.000	Sedang	Sedang	Benar
8	10.6	1.5	1.250	Rendah	Rendah	Benar
9	10.6	1.5	1.300	Rendah	Rendah	Benar
10	10.6	1.5	1.300	Rendah	Rendah	Benar
11	10.6	1.5	1.300	Rendah	Rendah	Benar
12	10.6	1.5	1.400	Rendah	Rendah	Benar
13	10.6	1.5	1.600	Rendah	Rendah	Benar
14	10.6	1.5	1.650	Rendah	Rendah	Benar
15	10.6	1.5	1.650	Rendah	Rendah	Benar
16	10.6	1.5	1.650	Rendah	Rendah	Benar
17	10.6	1.5	1.650	Rendah	Rendah	Benar
18	1.6	1.5	1.200	Rendah	Rendah	Benar
19	1.6	1.5	1.250	Rendah	Rendah	Benar
20	1.6	1.5	1.650	Rendah	Rendah	Benar
21	1.6	1.5	1.650	Rendah	Rendah	Benar
22	1.6	1.5	1.650	Rendah	Rendah	Benar
23	49.5	1.8	1.200	Tinggi	Tinggi	Benar
24	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
25	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
26	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
27	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
28	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
29	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
30	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
31	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
32	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
33	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
34	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
35	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
36	49.5	1.8	1.650	Rendah	Rendah	Benar
37	48.2	1.3	0.800	Tinggi	Tinggi	Benar

Keterangan dimana:

CH = Curah Hujan

TA = Tinggi Air

KD = Ketinggian Daratan

Tabel 5. Hasil Perbandingan Data Uji Aplikasi dan Data *Real*

No.	Masukan			Aplikasi	Data <i>Real</i>	Validasi
	CH	TA	KD			
1	14	0.7	1.000	Rendah	Rendah	Benar
2	14	0.7	1.300	Rendah	Rendah	Benar
3	19	0.7	1.650	Rendah	Rendah	Benar
4	25	0.7	1.200	Rendah	Rendah	Benar
5	49,6	1,8	0,800	Tinggi	Tinggi	Benar
6	49,6	1,8	1,250	Tinggi	Tinggi	Benar
7	49,6	1,8	1,250	Tinggi	Tinggi	Benar
8	49,6	1,8	1,650	Rendah	Rendah	Benar
9	49,6	1,8	1,650	Rendah	Rendah	Benar

Tabel 5 (lanjutan)

No.	Masukan			Aplikasi	Data <i>Real</i>	Validasi
	CH	TA	KD			
10	0	2.5	1.250	Rendah	Rendah	Benar
11	0	2.5	1.350	Rendah	Rendah	Benar
12	12	1.5	1.350	Rendah	Rendah	Benar
13	0.5	1.3	1,350	Rendah	Rendah	Benar
14	0.9	1.2	1,350	Rendah	Rendah	Benar
15	0	1.6	1.350	Rendah	Rendah	Benar
16	0	1.3	1.350	Rendah	Rendah	Benar
17	0.4	1.1	1.350	Rendah	Rendah	Benar
18	0	1	1.350	Rendah	Rendah	Benar
19	0.6	1.3	1.350	Rendah	Rendah	Benar
20	0	1.1	1.350	Rendah	Rendah	Benar
21	0.4	1.3	1.000	Rendah	Rendah	Benar
22	8.0	1.1	1.000	Rendah	Rendah	Benar
23	0.2	1.5	1.350	Rendah	Rendah	Benar
24	0	1.2	1.350	Rendah	Rendah	Benar
25	22.6	1.2	1.350	Rendah	Rendah	Benar
26	0	1.7	1.350	Rendah	Rendah	Benar
27	0	0.8	1.350	Rendah	Rendah	Benar
28	0.4	1.1	1.350	Rendah	Rendah	Benar
29	0	0.9	1.350	Rendah	Rendah	Benar
30	0.8	1.3	1.350	Rendah	Rendah	Benar
31	0	1.5	1.350	Rendah	Rendah	Benar
32	0	1.3	0.800	Sedang	Rendah	Salah
33	8.0	1.1	0.800	Sedang	Rendah	Salah
34	0	0.7	0.800	Rendah	Rendah	Benar
35	0	0.5	0.800	Rendah	Rendah	Benar
36	1.2	0.8	0.800	Sedang	Rendah	Salah
37	0.2	0.6	0.800	Rendah	Rendah	Benar
38	0.7	0.6	0.800	Rendah	Rendah	Benar
39	0	0.3	0.800	Rendah	Rendah	Benar
40	0	0.5	0.800	Rendah	Rendah	Benar

Keterangan dimana:

CH = Curah Hujan

TA = Tinggi Air

KD = Ketinggian Daratan

4.3 Pembahasan

Fuzzy Tsukamoto merupakan salah satu metode yang ada pada logika *fuzzy*. Penerapan *fuzzy Tsukamoto* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan masukan sebanyak 3 parameter yaitu curah hujan, tinggi air sungai, dan ketinggian daratan di Kota Pontianak. Sedangkan keluaran yang dihasilkan adalah prakiraan daerah potensi rawan banjir di Kota Pontianak.

Penelitian ini dibuat dengan tampilan yang memudahkan masyarakat Kota Pontianak menggunakan aplikasi prakiraan daerah potensi rawan banjir di Kota Pontianak ini. Keluaran aplikasi ini berupa pemetaan dengan *marker* yang menunjukkan potensi daerah rawan banjir kepada pengguna. Aplikasi ini juga memberikan info mengenai curah hujan, tinggi air, serta ketinggian daratan di masing-masing lokasi di Kota Pontianak.

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan 37 data latih dan 40 data uji. Data latih yang digunakan adalah data yang didapatkan dari dinas BPBD Kota Pontianak selama 5 tahun dari 2014 sampai dengan tahun 2018. Hasil perbandingan pengujian data latih antara perhitungan aplikasi dengan perhitungan secara *real* ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, tingkat akurasi dari 37 data latih adalah 100% dengan 37 data latih yang divalidasi benar.

Sedangkan data uji didapat dari berita banjir pada tanggal 29 Desember 2018 dari *website* koran Tribun Pontianak dan data harian di tahun 2019. Hasil perbandingan pengujian data uji antara perhitungan aplikasi dengan perhitungan secara *real* ditunjukkan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, maka tingkat akurasi untuk aplikasi prakiraan daerah potensi rawan banjir di Kota Pontianak dari 40 data uji adalah 92,5%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

- 5.1. Pada penelitian ini, nilai yang menjadi masukan adalah nilai yang berasal dari data *realtime* curah hujan dan tinggi air sungai dari *website* BMKG Maritim Pontianak. Nilai curah hujan yang digunakan antara 0 – 50 mm, nilai tinggi air sungai yang digunakan antara 0,5 – 2,5 m, dan nilai ketinggian daratan antara 0,5 – 1,7 m. Semakin rendah intensitas curah hujan dan intensitas tinggi air sungai, maka akan semakin kecil tingkat potensi terjadinya banjir di daerah-daerah Kota Pontianak. Begitu juga sebaliknya.
- 5.2. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan membandingkan 40 data uji aplikasi dengan data *realtime*. Dari 40 data pengujian, didapatkan 37 data yang tervalidasi dengan benar, dengan demikian tingkat akurasi penelitian ini sebesar 92,5%.

6. SARAN

Beberapa saran yang perlu menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

- 6.1. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik, sebaiknya dilakukan penambahan faktor-faktor lain seperti pengaruh aliran selokan dimasing-masing jalan dan tinggi tingkat penyerapan air tanah dimasing-masing lokasi di Kota Pontianak.
- 6.2. Untuk memperoleh tampilan aplikasi yang lebih baik, sebaiknya dilakukan penambahan fitur pada *website* yaitu bisa memprakirakan potensi daerah rawan banjir berdasarkan pencarian alamat dan *marker* lokasi di Kota Pontianak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BNPB, Pedoman Pusat Pengendalian Operasi Penanggulangan Bencana, Jakarta: BNPB, 2013.
- [2] PROMISE, Banjir dan Upaya Penanggulangannya, Bandung: Pusat Mitigasi Bencana, 2009.
- [3] Hamdani, H., Permana, S., dan Susetyaningsih, A., “Analisa Daerah Rawan Banjir Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis,” *Jurnal Konstruksi*, vol. 12, no. 2302-7312, p. 1, 2014.
- [4] Amsori, P.,S., Asyantina, T., dan Radhika, “Informasi Peramalan Banjir Menggunakan Data Hujan dari Satelit,” *Sumber Daya Air*, vol. 13, no. 99-114, p. 1, 2017.
- [5] Saputra, F., P., Hidayat, N., dan Furqon, M., T.,, “Penerapan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP) Untuk Menentukan Besar Pinjaman Pada Koperasi,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 2548-964X, pp. 1761-1767, 2018.
- [6] F. Thamrin, “Studi Inferensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Penentuan Faktor Pembebanan Trafo PLN,” *Tesis*, vol. 1, no. 1, p. 5, 2012.
- [7] Meilina, P., Rosanti, N., dan Astryani, N., “Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jumlah Produksi Barang dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Android,”

- Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017*, pp. 1-11, 2017.
- [8] Sari, N.R., dan Mahmudy, W.F., "Fuzzy Inference System Tsukamoto Untuk Menentukan Kelayakan Calon Pegawai," *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia*, pp. 246-252, 2015.
- [9] Kusumadewi, S., dan Purnomo, H., *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [10] Kusumadewi, S., dan Hartati, S., *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf Edisi 2*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [11] E. Cox, *The Fuzzy Systems Handbook (A Prscitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems*, Massachusetts: Inc Academic Press, 1994.