

APLIKASI PREDIKSI KERENTANAN BANJIR KOTA PALANGKA RAYA MENGGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI BERBASIS WEB

¹Sopianto, ²Hotmian Sitohang, ³Sherly Jayanti

Teknik Informatika, Manajemen Informatika STMIK Palangkaraya

Jalan G. Obos No.114, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah

Email: sofyannn1255@gmail.com, hotmiansitohang@gmail.com, sherlyjayanti85@gmail.com

ABSTRACT

Vulnerability is a condition or condition that can reduce the community's ability to prepare for disaster hazards or threats. The purpose of knowing vulnerability is to reduce the possibility of adverse impacts caused by disasters. The process of predicting flood vulnerability using the Mamdani Fuzzy Inference System method. In the tests carried out by manual calculations and the program uses several defuzzification methods, namely Centroid, SOM (Smallest Of Maximum), LOM (Large Of Maximum), MOM (Mean Of Maximum), Bisector. Furthermore, manual calculations are compared with calculations from the program.

The problem of this research is the process of implementing Mamdani fuzzy logic into a web-based application system to predict flood vulnerability in Palangka Raya City with the PHP programming language.

This research produces an output of flood susceptibility levels, namely safe, vulnerable, very vulnerable, and flood vulnerability. Techniques in data collection that is done by way of observation and literature study. For manual calculations, it begins with determining the fuzzy set of each variable, forming fuzzy rules (implications), the composition of rules using the MAX function, and confirmation (defuzzification). Meanwhile, the program starts with creating an interface design using Balsamiq Wireframes. Then proceed with implementing it into the PHP programming language code so that the design of the flood vulnerability prediction application can function. After the prediction program has been successfully created, then the sub-district monograph data is input into the system for processing with the calculation accuracy results obtained are 100% the same as manual calculations and the accuracy of the prediction results is 80.46%.

Keyword: Vulnerability, Fuzzy, Mamdani, Flood, Php.

2021).

I. PENDAHULUAN

A. LatarBelakang

Kota Palangka Raya sebagai ibukota Kalimantan Tengah mengalami banyak perkembangan dan pembangunan setiap tahunnya. Lengkapnya infrastruktur dan fasilitas didukung akses yang mudah untuk menuju Ibu Kota Kalimantan Tengah ini menjadikan Kota Palangka Raya sebagai salah satu kota yang banyak, bersarkan data dari (Pusat Pengembangan Infrastruktur PUPR wilayah III, 2021) Kota Palangka Raya sendiri terbagi atas 5 (lima) Kecamatan, yaitu Kecamatan Pahandut, Sabangau, Jekan Raya, Bukit Batu dan Rakumpit (Perda, 2019). Akibat banyaknya pendatang ditambah penduduk asli Palangka Raya termasuk kota yang memiliki kepadatan penduduk terus meningkat. Akibatnya muncul berbagai masalah dan salah satunya masalah lingkungan.

Salah satu masalah lingkungan adalah banjir. Banyak faktor yang menjadi penyebab banjir baik alam maupun manusia, banjir yang disebabkan alam seperti curah hujan, pengaruh fisiologi lingkungan, dan sedimentasi, dan kapasitas drainase. Sementara banjir disebabkan oleh faktor manusia antara lain perubahan kondisi das, wilayah kumuh, sampah, kerusakan bangunan pengendali banjir (Putri, et al.,

permasalahan lingkungan tersebut merupakan suatu permasalahan yang serius dan dapat dikatakan sebagai salah satu dari sekian banyaknya bencana alam yang bisa terjadi yang dampaknya dapat menyebabkan hal buruk seperti kerugian materi, lingkungan dan bahkan mengancam keselamatan jiwa setiap makhluk hidup baik individu maupun kelompok, tetapi permasalahan lingkungan seperti banjir ini masih bisa ditangani asalkan penanganan maupun tindakan yang dilakukan untuk mencegah dan menjaga hal tersebut dilakukan secara tepat dan benar.

Untuk melakukan penangan dan pencegahan terhadap masalah banjir tersebut khususnya di wilayah Kota Palangka Raya dapat dilakukan dengan cara yang pertama menjaga lingkungan dan tidak merusaknya, yang kedua dengan melakukan tindakan observasi terhadap semua faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir maupun rentannya tingkat potensi terjadi banjir di wilayah Kota Palangka Raya sehingga dapat diprediksi atau diperkirakan tingkat rentannya potensi terjadi banjir di wilayah Kota Palangka Raya, tentu saja hal semacam ini menjadi lebih sulit dilakukan karena untuk memprediksi dan memperkirakan hal tersebut memerlukan waktu yang lama serta perhitungan dan metode yang tepat dengan tingkat akurasi kebenaran hasil yang tinggi, kemudian hasil yang didapat tersebut dapat disampaikan ke masyarakat

umum sebagai suatu informasi yang digunakan sebagai peringatan untuk menjaga lingkungan. Meskipun demikian permasalahan ini dapat diatasi dengan memanfaatkan perkembangan teknologi saat ini yaitu dengan membuat sebuah aplikasi berbasis website yang pada sistemnya memiliki sebuah metode untuk melakukan proses prediksi tersebut sehingga waktu yang diperlukan untuk proses prediksi menjadi lebih cepat dengan tingkat keakuratan hasil yang tinggi dan hasil tersebut dapat disampaikan ke masyarakat umum sebagai sebuah informasi, namun untuk Kota Palangka Raya saat ini masih belum terdapat sistem aplikasi tersebut.

Karena adanya permasalahan tersebut, maka perlu dibuat dan dibangun sebuah aplikasi perangkat lunak berbasis web yang mampu untuk memprediksi tingkat kerentanan banjir di wilayah Kota Palangka Raya yang terbagi atas 5 (lima) Kecamatan. Atas dasar itu, Tugas Akhir ini membahas tentang "Aplikasi Prediksi Kerentanan Banjir Kota Palangka Raya Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Web". Penulis menggunakan metode Fuzzy Mamdani karena merupakan salah satu metode yang memiliki akurasi yang cukup tinggi yang dapat menangani permasalahan untuk proses prediksi khususnya tingkat kerentanan banjir (Nugraha, 2018).

B. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diangkat adalah bagaimana membangun sebuah aplikasi berbasis web dengan mengimplementasikan metode Fuzzy Mamdani kedalam sistemnya untuk memprediksi tingkat kerentanan banjir di setiap Kecamatan yang berada dalam wilayah Kota Palangka Raya menggunakan bahasa pemrograman Php. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian studi kasus, jenis penelitian studi kasus adalah eksplorasi mendalam dari sistem terikat berdasarkan pengumpulan data yang luas. Studi kasus melibatkan investigasi kasus, yang dapat didefinisikan sebagai suatu entitas atau objek studi yang dibatasi, atau terpisah untuk penelitian dalam hal waktu, tempat, atau batas-batas fisik. Penting untuk memahami bahwa kasus dapat berupa individu, program, kegiatan, sekolah, ruang kelas, atau kelompok (Fitrah & Luthfiah, 2017).

II. LANDASAN TEORI

A. Metode Fuzzy Mamdani

Metode mamdani sering dikenal sebagai metode max-min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan (Kartika, et al., 2018).

- a. Pembentukan himpunan Fuzzy
- b. Aplikasi fungsi implikasi pada metode Mamdani
- c. Komposisi Aturan
- d. Defuzzyfikasi

Pada penelitian ini metode Fuzzy Mamdani digunakan untuk memproses data faktor yang digunakan sebagai sampel untuk menentukan hasil prediksi kerentanan banjir pada setiap wilayah Kecamatan yang ada di Kota Palangka Raya.

B. Akurasi Hasil Prediksi

MAPE (Mean Absolut Percentage error) adalah mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan nilai nyata dalam deret. Metode MAPE dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti pada persamaan 1 berikut ini (Junianto, 2017).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \quad (1)$$

Keterangan:

Y_t = Nilai Data Series

\hat{Y}_t = Nilai Ramalan

Pada penelitian ini metode perhitungan MAPE digunakan untuk menentukan dan membuktikan berapa % (persen) tingkat akurasi kebenaran hasil prediksi yang didapat setelah diproses menggunakan metode Fuzzy Mamdani berdasarkan data real dari seorang ahli atau pakar terkait permasalahan bencana alam banjir di wilayah Kota Palangka Raya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian Studi Kasus

Metode Deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang sehingga dapat membuat gambaran atau lukisan secara sistematis, aktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki (Tarjo, 2019).

B. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk pengumpulan data adalah Observasi dan Studi Pustaka

Observasi

Observasi merupakan metode yang melakukan pengamatan secara langsung ke obyek penelitian untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan (Widodo, 2017).

Studi Pustaka

Studi pustaka adalah metode pengumpulan data dengan cara mengumpulkan literatur, jurnal, buku dan dokumen yang berhubungan dengan topik dan permasalahan yang dihadapi (Widodo, 2017).

C. Analisis Data

Berikut ini merupakan data faktor dan variabel yang didapat dari dinas atau instansi terkait yang digunakan untuk menentukan hasil proses prediksi kerentanan banjir pada setiap wilayah Kecamatan yang ada di Kota Palangka Raya.

- 1) Data Faktor dan Variabel

Tabel 3.1. Klasifikasi Tingkat Kepadatan Penduduk

Nama Kriteria	Nama Klasifikasi	Nilai Parameter Jiwa/km ²
KEPADATAN PENDUDUK (KP)	RENDAH (R)	0 - 115
	SEDANG (S)	110 - 350
	TINGGI (T)	340 - 600
	SANGAT PADAT (SP)	550 - 600

Sumber: BPS Provinsi Kalimantan Tengah, 2021

Tabel 3.2. Klasifikasi Jumlah Drainase

Nama Kriteria	Nama Klasifikasi	Nilai Parameter Jumlah
JUMLAH DRAINASE (JD)	KURANG (K)	0 - 85
	SEDIKIT (S)	82 - 100
	BANYAK (B)	95 - 100

Sumber: Dinas PUPR Kota Palangka Raya, 2021

Tabel 3.3. Klasifikasi Ketinggian Wilayah

Nama Kriteria	Nama Klasifikasi	Nilai Parameter Meter (m)
KETINGGIAN WILAYAH (KW)	SANGAT RENDAH (SR)	0 - 10
	RENDAH (R)	9 - 20
	SEDANG (S)	19 - 31
	TINGGI (T)	28 - 31+

Sumber: BPS Provinsi Kalimantan Tengah, 2021

Tabel 4. Klasifikasi Curah Hujan

Distribusi Kriteria	Nilai Parameter Skala	Satuan unit
Rendah	0 - 101	mm
Menengah	100 - 301	mm
Tinggi	300 - 500	mm
Sangat Tinggi	498 - 500	mm

Sumber: BMKG Kota Palangka Raya, 2021

2) Data Tingkat Kerentanan Banjir

Tabel 5. Klasifikasi Tingkat Kerentanan Banjir

Nama Kriteria	Nama Klasifikasi	Nilai Parameter
TINGKAT KERENTANAN (TK)	AMAN (A)	0 - 40
	RAWAN (R)	35 - 80
	SANGAT RAWAN (SR)	75 - 100
	BANJIR (B)	90-100

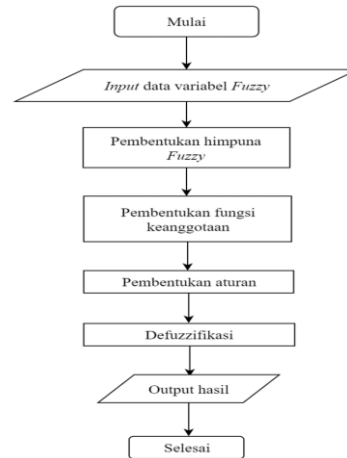
Sumber: Analisis Penulis

3) Data Aturan / Rule

Terdapat 192 data aturan / rule yang digunakan untuk menentukan hasil proses prediksi kerentanan banjir pada setiap wilayah Kecamatan yang ada di Kota Palangka Raya didapat dari seorang ahli pada bidang bencana alam terkait (banjir) dari BPBD Palangka Raya sebagai data real dalam menentukan hasil prediksi tingkat kerentanan banjir.

D. Analisis Proses

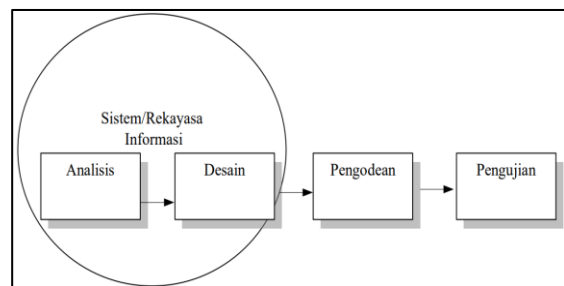
Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada bagian proses terhadap metode Fuzzy Mamdani seperti pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Flowchart proses metode Fuzzy Mamdani

E. Model Pengembangan Aplikasi

Pengembangan aplikasi menggunakan Model Waterfall yang merupakan salah satu model pengembangan perangkat lunak yang ada di dalam model SDLC (Sequential Development Life Cycle). SDLC atau Software Development Life Cycle atau sering disebut juga System Development Life Cycle adalah proses mengem-bangkan atau mengubah suatu sistem perangkat lunak dengan menggunakan model-model dan metodologi yang digunakan orang untuk mengembangkan sistem-sistem perangkat lunak sebelumnya, berdasarkan best practice atau cara-cara yang sudah teruji baik (Firmansyah, 2018). Model ini dilakukan dengan pendekatan yang sistematis, mulai dari tahap analisis, desain, implementasi dan pengujian. Langkah demi langkah yang dilalui harus diselesaikan satu per satu (tidak dapat meloncat ke tahap berikutnya) dan berjalan secara berurutan. Ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Model Waterfall
Sumber: Sukamto dan Shalahuddin (2013)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berupa sebuah aplikasi berbasis website yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman Php 5.4. Halaman-halaman web yang terdapat dalam website secara umum terbagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu halaman dashboard (halaman utama admin) yang digunakan oleh Administrator untuk mengelola dan memproses data informasi kerentanan banjir yang akan ditampilkan pada halaman utama website.

Sedangkan halaman utama website menampilkan hasil

informasi kerentanan banjir dan pengelolaan konten yang dibuat oleh admin yang dapat diakses oleh pengunjung website. Dalam proses membangun aplikasi penulis menggunakan software Visual Code Studio sebagai teks editor, Xampp sebagai web server dan MySQL sebagai manajemen Database.

A. Implementasi

Bagian ini merupakan tahapan untuk mengimplementasikan sistem secara keseluruhan dan pembuatan interface sesuai dengan rancangan desain

1) Halaman Utama Aplikasi

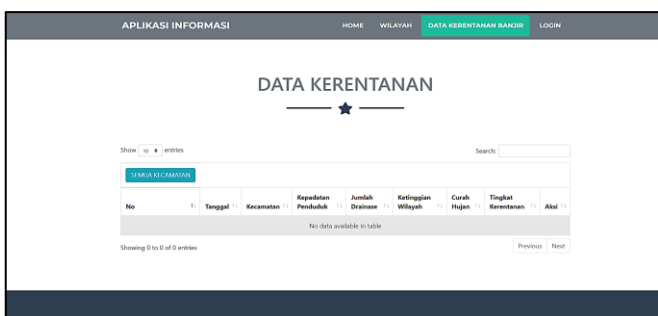
halaman utama aplikasi merupakan halaman (HOME) yang terdapat beberapa pilihan fitur menu yang dapat dipilih seperti WILAYAH (map lokasi Kecamatan), DATA KERENTANAN BANJIR (tabel data informasi kerentanan banjir) dan LOGIN (untuk login Administrator) seperti pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Implementasi Tampilan Halaman Utama Aplikasi

2) Tampilan Menu Data Kerentanan Banjir

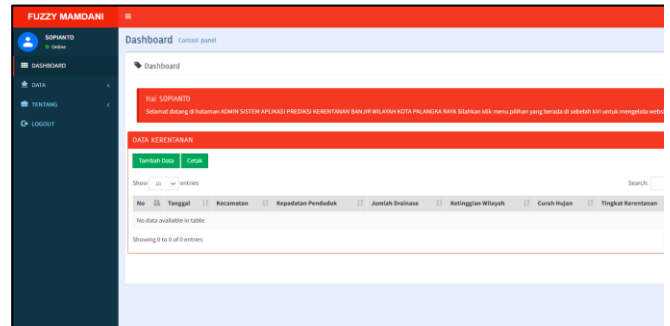
halaman fitur menu DATA KERENTANAN BANJIR digunakan untuk menampilkan informasi terkait data kerentanan banjir pada masing-masing Kecamatan yang dapat dilihat pada table informasi seperti pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Implementasi Tampilan Data Kerentanan Banjir

3) Halaman Utama Admin

Halaman utama Admin digunakan untuk memproses data informasi yang ada pada aplikasi prediksi kerentanan banjir seperti pada Gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3 Implementasi Tampilan Halaman Utama Admin

a. Pengujian Aplikasi

pengujian aplikasi bertujuan untuk menemukan kesalahan pada hasil program yang berfokus pada fungsi komponen-komponen yang dibuat sesuai dengan yang dirancang. Dalam pengujian aplikasi yang dilakukan ini, yaitu menggunakan pengujian black box testing.

b. Pengujian Sistem

pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui hasil dari implementasi metode fuzzy mamdani yang digunakan pada sistem aplikasi dalam memproses data untuk mengetahui atau memprediksi tingkat kerentanan banjir pada wilayah Kota Palangka Raya, sehingga hasil (output) untuk data dan nilai yang didapat dari proses (perhitungan) yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi tersebut akan dibandingkan terhadap hasil (output) untuk data dan nilai yang didapat dari proses (perhitungan) yang dilakukan secara manual, dengan demikian dapat diketahui tingkat keakuratan (%) hasil dari proses (perhitungan) yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi terhadap hasil proses (perhitungan) yang dilakukan secara manual.

Pada penelitian ini untuk pengujian sistem yang dilakukan bersarkan data kasus yang terjadi pada bulan September tahun 2021 pada masing-masing Kecamatan yang ada di wilayah Kota Palangka Raya seperti pada Tabel 6 dan 7 berikut ini.

Tabel 6. Hasil Data

KECAMATAN	HASIL DATA PADA TAHUN 2020		
	KEPADATAN PENDUDUK	JUMLAH DRAINASE	KETINGGIAN WILAYAH
PAHANDUT	811	76	15
SABANGAU	38	76	15
JEKAN RAYA	398	118	16,9
BUKIT BATU	23	72	25,3
RAKUMPIT	4	66	31

Sumber: BPS, Dinas PUPR Kota Palangka Raya, 2021

Tabel 7. Data Curah Hujan

Sumber: BMKG Kota Palangka Raya, 2021

Wilayah Kota Palangka Raya Tahun 2021

Curah Hujan (mm)

Bulan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Jun	Juli	Agustus	September
	310	442	411	153	211	229	148	155	154

B. Pengujian Hasil

Berikut ini merupakan hasil yang didapat dari proses terhadap pengujian aplikasi dan pengujian sistem yang dilakukan tersebut.

1. Pengujian Aplikasi

Berdasarkan pengujian Black Box Testing yang dilakukan untuk pengujian aplikasi yang dibangun didapatkan hasil bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik dan sesuai seperti yang diharapkan.

2. Pengujian Sitem

Berdasarkan pengujian terhadap sistem yang dilakukan untuk memproses dan menentukan hasil prediksi kerentanan banjir pada setiap wilayah Kecamatan yang ada di Kota Palangka Raya didapatkan hasil seperti pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Perbandingan Hasil Proses Dan Pengujian Metode

Kecamatan	Metode	Manual		Hasil Akhir	Aplikasi		Kesimpulan
		Nilai	Kerentanan		Nilai	Aturan/Rule	
Pahandut	Centroid	37,5	Aman	Aman	37,5	Aman	Aman
	LOM	40	Rawan		40		
	SOM	35	Aman		35		
	MOM	37,5	Aman		37,5		
	Bisector	40	Rawan		40		
Sabangau	Centroid	37,5	Aman	Aman	37,5	Aman	Aman
	LOM	40	Rawan		40		
	SOM	35	Aman		35		
	MOM	37,5	Aman		37,5		
	Bisector	40	Rawan		40		
Jekan Raya	Centroid	37,5	Aman	Aman	37,5	Aman	Aman
	LOM	40	Rawan		40		
	SOM	35	Aman		35		
	MOM	37,5	Aman		37,5		
	Bisector	40	Rawan		40		
Bukit Batu	Centroid	37,5	Aman	Aman	37,5	Aman	Aman
	LOM	40	Rawan		40		
	SOM	35	Aman		35		
	MOM	37,5	Aman		37,5		
	Bisector	40	Rawan		40		
Rakumpit	Centroid	37,5	Aman	Aman	37,5	Aman	Aman
	LOM	40	Rawan		40		
	SOM	35	Aman		35		
	MOM	37,5	Aman		37,5		
	Bisector	40	Rawan		40		

Pada Tabel 8 menunjukan bahwa dari hasil perbandingan tersebut dapat diketahui hasil yang didapatkan dari proses (perhitungan) menggunakan aplikasi sama dengan hasil proses (perhitungan) secara manual, untuk data dan nilai yang diperoleh tidak terdapat selisih dan perbedaan sehingga diketahui tingkat keakuratan proses (perhitungan) pada sistem aplikasi adalah 100% sama dengan proses (perhitungan) secara manual.

Akurasi Hasil Metode Fuzzy Mamdani

Dari data yang diketahui seperti banyak aturan / rule = 192 dan nilai tingkat kerentanan banjir hasil perhitungan adalah Aman = 37,5 didapatkan nilai MAPE sebagai berikut menggunakan rumus persamaan 1.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - Y'_t|}{Y_t} = \frac{192 - 37,5}{12} = \frac{154,5}{12} \cdot 100\%$$

$$MAPE = 80,46\%$$

Untuk tingkat kebenaran atau akurasi dari metode fuzzy Mamdani yang digunakan dalam proses menentukan (memprediksi) tingkat kerentanan banjir pada setiap Kecamatan yang ada di wilayah Kota Palangka Raya berdasarkan dari perhitungan MAPE adalah 80,46%.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang prediksi kerentanan banjir di wilayah Kota Palangka Raya menggunakan fuzzy mamdani dapat ditarik simpulan sebagai berikut.

- Rancang bangun aplikasi menggunakan software Visual Studio Code menggunakan bahasa pemrograman Php mampu melakukan proses perhitungan fuzzy mamdani untuk memprediksi kerentanan banjir Kota Palangka Raya.
- Berdasarkan hasil proses yang dilakukan untuk memprediksi kerentanan banjir pada setiap wilayah Kecamatan yang ada di Kota Palangka Raya dengan 1 data kasus yang terjadi pada bulan September tahun 2021 sehingga diperoleh hasil dari kasus tersebut untuk setiap wilayah Kecamatan yang ada di Kota Palangka Raya adalah Aman dengan tingkat nilai akurasi kebenaran 80,46%.

Adapun saran dan harapan yang diberikan peneliti untuk pengembangan selanjutnya adalah supaya untuk proses prediksi yang dilakukan terkait penelitian ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang berbeda sehingga hasilnya dapat dibandingkan kembali. Untuk pengembangan aplikasi terkait hasil penelitian ini dapat dikembangkan lagi tidak hanya berbasis web tapi dapat berbasis android dan desktop.

- Keakurasian sistem pemantau dan penentuan mata mengantuk dan mata tidak mengantuk dari citra *sample* yang ada menggunakan pengolahan citra dengan metode *bwarea* yaitu 99 %.
- Sistem akan semakin baik jika citra referensi untuk setiap citra mata pengendara kendaraan bermotor ditambah.
- Kondisi pupil mata pada pengolahan citra harus bebas dari gangguan pencahayaan saat pengambilan citra karena akan mempengaruhi proses identifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, Y. & U., 2018. Penerapan Metode SDLC Waterfall Dalam Pembuatan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Studi Kasus Pondok Pesantren Al-Habi Sholeh Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi & Manajemen Informatika*, Volume 4(1), pp. 185-191.
- Fitrah, M. & Luthfiyah, 2017. *Metodologi penelitian: penelitian kualitatif, tindakan kelas & studi kasus*. s.l.:CV Jejak (Jejak Publisher).
- Junianto, M. B. S., 2017. Fuzzy Inference System Mamdani dan The Mean Absolute Percentage. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, Volume 2 No 2, pp. 97-102.
- Kartika, D., Sovia, R. & Sandawa, H. M., 2018. Perapan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Memprediksi Angka Penjualan Token Berdasarkan Persediaan Dan Jumlah Permintaan Pada PT. PLN (Persero) Padang Berbasis Web. *UPI YPTK Jurnal KomTekInfo*, Volume Volume 5(1), pp. 81-95.
- Nugraha, A. . L., 2018. Peningkatan Akurasi dan Presisi Analisa Spasial Pemodelan Banjir. *Teknik*, Volume 39 (1), pp. 16-24.
- Perda, P. R. K., 2019. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Palangka Raya Tahun 2019-2039*. Palangka Raya: Dinas PUPR Kota Palangka Raya.
- Putri, C. . P., Daviansyah, M. D., Firmansyah, M. . F. & M., 2021. Sistem Pendeteksi Banjir Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Dengan Gui Matlab Di Jakarta. *Jurnal Kreativitas Mahasiswa Informatika*, Volume 2(1), pp. 39-42.
- Tarjo, 2019. *Metode Penelitian*. 1nd ed. Yogyakarta: DEEPUBLISH.
- Widodo, 2017. *Metodologi Penelitian Populer dan Praktis*. 1st ed. Depok: PT RajaGrafindo Persada.