

**PEMETAAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN DI
KABUPATEN TUBAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY
*MAMDANI BERBASIS GIS***

SKRIPSI



Oleh :
Dwi Wahyu Prambodo
NIM E41190755

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2023**

**PEMETAAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN DI
KABUPATEN TUBAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY
*MAMDANI BERBASIS GIS***

SKRIPSI



Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan
Komputer (S. Tr. Kom) di Program Studi Teknik Informatika
Jurusan Teknologi Informasi

Oleh

Dwi Wahyu Prambodo

NIM E41190755

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2023**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI

PEMETAAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN DI KABUPATEN TUBAN
MENGGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI BERBASIS GIS

Dwi Wahyu Prambodo (E41190755)

Telah diuji pada tanggal 06 Juni 2023
dan dinyatakan Memenuhi Syarat

Ketua Penguji

Dr. Adi Heru Utomo, S.Kom, M.Kom
NIP. 19711115 199802 1 001

Sekretaris Penguji,

Elly Antika, ST, M.Kom
NIP. 19781011 200501 2 002

Anggota Penguji,

Didit Rahmat Hartadi, S.Kom, MT
NIP. 19770929 200501 1 003

Dosen Pembimbing

Elly Antika, ST, M.Kom
NIP. 19781011 200501 2 002

Mengesahkan
Ketua Jurusan
Teknologi Informasi



Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom, M.Cs
NIP. 19830203 200604 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

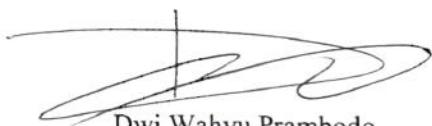
Nama : Dwi Wahyu Prambodo

NIM : E41190755

Menyatakan dengan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Skripsi saya yang berjudul “Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tuban Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis *GIS*” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Laporan Skripsi ini.

Jember, 06 Juni 2023



Dwi Wahyu Prambodo

E41190755



**PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Dwi Wahyu Prambodo
NIM : E41190755
Program Studi : Teknik Informatika
Jurusan : Teknologi Informasi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Politeknik Negeri Jember, Hak Bebas Royali Non-Eksklusif (Non -Exclusive Royalty Free Right) atas Karya Ilmiah berupa **Laporan Skripsi** saya yang berjudul :

**PEMETAAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN DI KABUPATEN
TUBAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI BERBASIS GIS**

Dengan hak bebas royalty Non-Eksklusif ini UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember berhak menyimpan, mengalih media atau format, mengelola dalam bentuk Pangkalan Data (Database), mendistribusikan karya dan menampilkan atau mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Jember. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas Pelanggaran Hak Cipta dalam Karya Ilmiah ini

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat Di : Jember
Pada Tanggal : 06 Juni 2023
Yang Menyatakan,

Dwi Wahyu Prambodo
NIM. E41190755

PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan pemberian rahmat dan karunia-Nya telah diselesaikannya Skripsi ini penulis mempersembahkannya kepada:

1. Alm. Bapak Ranji Mulyo, Ibu Sudarmi, Mas Frendy, Mbak Melisa dan seluruh keluarga besar saya yang telah mendoakan dan mendukung baik secara material maupun moril.
2. Ibu Elly Antika, ST, M.Kom selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing saya dengan sepenuh hati dan penuh kesabaran serta keikhlasan semoga Allah membalas dengan keberkahan atas ilmu yang sudah diberikan.
3. Seluruh teman – teman yang telah berkenan membantu saya dalam penelitian yang tidak bisa disebutkan satu persatu oleh penulis.
4. Dinda Aisyah yang selalu memberikan dukungan serta motivasi kepada saya agar tetap semangat.
5. Almamater tercinta yaitu Politeknik Negeri Jember.

MOTTO

“*Seglass Ni Tonday*”

“Tidak ada kemenangan tanpa perjuangan”

(Dwi Wahyu Prambodo)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis dipanjangkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat Rahmat dan Hidayah-Nya menjadikan penulis dapat menyelesaikan skripsi yang dengan judul “Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tuban Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis *GIS*” dapat terselesaikan dengan baik.

Tulisan ini merupakan laporan hasil penelitian yang sudah terlaksana pada bulan September 2022 sampai dengan bulan April 2023 yang bertempat di Politeknik Negeri Jember, sebagai salah satu persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains Terapan Komputer (S.Tr.Kom) pada program studi Teknik Informatik Jurusan Teknologi Informasi.

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Direktur Politeknik Negeri Jember
2. Ketua Jurusan Teknologi Informasi
3. Ketua Program Studi Teknik Informatika
4. Ibu Elly Antika, ST, M.Kom, selaku pembimbing
5. Unit Laka Satlantas Polres Tuban dan Dinas Perhubungan Kabupaten tuban yang telah mengijinkan saya melakukan pengambilan data.
6. Seluruh teman-teman TIF angkatan 2019 yang sudah terlibat selama melaksanakan penelitian dan menyusun laporan skripsi ini

Laporan Skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik maupun saran yang bersifat membangun dengan tujuan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tulisan laporan skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

**Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tuban Menggunakan
Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis GIS**

Dibimbing oleh Elly Antika, ST, M.Kom

Dwi Wahyu Prambodo
Program Studi Teknik Informatika
Jurusian Teknologi Informasi

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan moda transportasi merupakan dampak dari sangat pesatnya laju pertumbuhan penduduk. Hal tersebut turut menyumbang jumlah kecelakaan yang terus mengalami kenaikan setiap tahunnya. Kecelakaan lalu lintas masih menjadi permasalahan di berbagai kota yang ada di Indonesia. Tingkat kecelakaan di Kabupaten Tuban pada tahun 2017 berjumlah 1.218 kejadian. Pada tahun 2018 tingkat kecelakaan di Kabupaten Tuban mengalami peningkatan menjadi 1.393 kasus. Sedangkan pada tahun 2019 tingkat kecelakaan pada kabupaten tuban terdapat 1.141 kejadian. Bahkan menurut Kaporles Tuban AKBP Nanang Haryono, kasus kecelakaan di Kabupaten Tuban pada tahun 2018 adalah yang tertinggi di Jawa Timur. Oleh karena itu dikembangkan sistem infomasi geografis pemetaan daerah rawan kecelakaan di Kabupaten Tuban menggunakan metode *fuzzy mamdani* dengan tujuan dapat memetakan titik – titik daerah rawan yang ada di Kabupaten Tuban. Penggunaan metode *fuzzy mamdani* pada penelitian memiliki tingkat efektifitas dengan rata – rata nilai sebesar 97% dan margin error antara perhitungan manual dan sistem terhadap matlab memiliki nilai sebesar 2.9%. Berdasarkan hasil uji testing sistem dengan metode uat diperoleh nilai 85,20%.

Kata Kunci : GIS, *Fuzzy Mamdani*, Pemetaan daerah rawan.

***Mapping of Accident-Prone Areas in Tuban Regency Using the GIS-Based
Mamdani Fuzzy Method***

Supervised by Elly Antika, ST, M.Kom

Dwi Wahyu Prambodo

Study Program of Informatic Engineering

Majoring of Information Technology

ABSTRACT

The increasing need for modes of transportation is the impact of the very rapid rate of population growth. This contributes to the number of accidents which continue to increase every year. Traffic accidents are still a problem in various cities in Indonesia. The accident rate in Tuban Regency in 2017 totaled 1,218 incidents. In 2018 the accident rate in Tuban Regency has increased to 1,393 cases. Whereas in 2019 the accident rate in Tuban district was 1,141 incidents. In fact, according to the Tuban Police Chief AKBP Nanang Haryono, accident cases in Tuban Regency in 2018 were the highest in East Java. Therefore, a geographic information system for mapping accident-prone areas in Tuban Regency was developed using the fuzzy mamdani method with the aim of being able to map the points of prone areas in Tuban Regency. The use of the fuzzy mamdani method in research has an effectiveness level with an average value of 97% and the margin of error between manual and system calculations against Matlab has a value of 2.9%. Based on the results of the system testing test with the UAT method, a value of 85,20% was obtained.

Keywords: *GIS, Fuzzy Mamdani, Mapping of accident-prone areas.*

RINGKASAN

Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tuban Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis *GIS*, Dwi Wahyu Prambodo, NIM E41190755, Tahun 2023, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember, Elly Antika, ST, M.Kom (Dosen Pembimbing).

Meningkatnya kebutuhan moda transportasi merupakan dampak dari pertumbuhan penduduk yang sangat pesat, yang juga menyebabkan peningkatan jumlah kecelakaan setiap tahunnya. Kecelakaan lalu lintas tetap menjadi masalah yang signifikan di berbagai kota di Indonesia. Memprediksi waktu dan lokasi kecelakaan lalu lintas tidaklah mudah. Seiring dengan bertambahnya penduduk dan panjang jalan, upaya untuk mengurangi kecelakaan lalu lintas semakin sulit dan cenderung meningkat. Tingkat kecelakaan di Kabupaten Tuban pada 2018 sebanyak 1.393 kasus dan 1.141 kejadian pada tahun 2019. Pada tahun 2018, Kabupaten Tuban memiliki jumlah kecelakaan tertinggi di Jawa Timur.

Informasi mengenai daerah rawan kecelakaan yang dapat diakses oleh masyarakat umum sangat penting untuk meningkatkan keselamatan berlalu lintas. Informasi ini juga bermanfaat bagi departemen terkait dan kepolisian dalam penanganan kasus kecelakaan lalu lintas. Memvisualisasikan daerah rawan kecelakaan dalam bentuk peta melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengidentifikasi daerah-daerah tersebut.

Penelitian ini akan merancang dan membuat pemetaan daerah rawan kecelakaan. Parameter yang di gunakan sebagai input adalah jam kecelakaan, kondisi jalan, kondisi lingkungan, dan kondisi kecelakaan. Output yang di hasilkan adalah tingkat kerawanan yang teridisi dari tidak rawan, rawan, dan sangat rawan. Sistem ini diharapkan mampu memetakan daerah – daerah yang sesuai dengan tingkat kerawanan dan bisa di akses dengan mudah.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN MAHASISWA	iv
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI	v
PERSEMBERAHAN.....	vi
MOTTO	vii
PRAKATA	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kabupaten Tuban.....	5
2.2 Kecalakaan Lalu Lintas	5
2.3 Sistem Informasi Geografis.....	6

2.3.1	Sistem.....	6
2.3.2	Sistem Informasi	6
2.3.3	Sistem Informasi Geografis	7
2.3.4	Ciri-ciri Sistem Informasi Geografis.....	7
2.3.5	Subsistem SIG.....	8
2.4	Metode Fuzzy Mamdani	9
2.4.1	Logika Fuzzy.....	9
2.4.2	Metode Fuzzy Mamdani	9
2.5	Perancangan Sistem	11
2.5.1	<i>Flowchart</i>	11
2.5.2	<i>Usecase Diagram</i>	13
2.5.3	<i>Entity Relationship Diagram</i>	13
2.6	Waterfall	14
2.7	PHP	16
2.8	<i>Laravel</i>	16
2.9	Mysql	17
2.10	State of The Art.....	17
BAB 3. METODE PENELITIAN	20
3.1	Waktu dan pelaksanaan	20
3.2	Alat dan Bahan.....	20
3.2.1	Alat.....	20
3.2.2	Bahan Penelitian	21
3.3	Metode Penelitian	21
3.3.1	Studi Pendahuluan.....	22
3.3.2	Studi Literatur	22

3.3.3 Pengumpulan Data	22
3.3.4 Pengolahan Data	22
3.3.5 Perancangan dan Pembuatan Sistem.....	22
3.3.6 Pengujian.....	24
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Studi Pendahuluan	25
4.2 Studi Literatur	25
4.3 Pengumpulan Data.....	26
4.4 Pengolahan Data	28
4.4.1 Fuzzyifikasi	29
4.4.2 Fungsi Implikasi.....	33
4.4.3 Komposisi Aturan	34
4.4.4 <i>Defuzzifikasi</i>	35
4.5 Perancangan dan Pembuatan Sistem.....	36
4.5.1 Requirment Analysis.....	36
4.5.2 <i>Design System</i>	37
4.5.3 <i>Implementation</i>	49
4.5.4 Testing.....	55
4.6 Pengujian	58
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
2. 1 Flowchart.....	12
2. 2 Usecase Diagram.....	13
2. 3 Entity Relationship Diagram.....	14
2. 4 <i>State of The Art</i>	18
4. 1 Sample Data Kecelakaan.....	26
4. 2 Bobot Jawaban UAT	55
4. 3 Hasil Pengujian UAT	56
4. 4 Hasil Uji Validitas.....	58
4. 5 Hasil Uji Standart Error	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2. 1 Pengambaran Model Waterfall	14
3. 1 Alur Metode Penelitian	21
4.1 Gambar Derajat Keanggotaan Variabel Jam.....	29
4.2 Derajat Keanggotaan Variabel Kondisi Jalan	30
4. 3 Derajat Keanggotaan Variabe Kondisi Lingkungan	31
4.4 Derajat Keanggotaan Variabel Kondisi Kecelakaan.....	32
4.5 Flowchart Perhitungan Sistem	37
4.6 Flowchart Sistem (user)	38
4.7 Flowchart Sistem (admin)	39
4.8 Use Case Diagram.....	40
4.9 Database	41
4.10 Wireframe Login.....	43
4. 11 Wireframe Register	43
4. 12 Wireframe Beranda	44
4.13 Wireframe Pemetaan.....	45
4. 14 Wireframe Author	46
4. 15 Wireframe Dashboard (admin)	47
4. 16 Wireframe User (admin)	47
4. 17 Wireframe Jalan (admin).....	48
4. 18 Wireframe Rules (admin).....	48
4. 19 Wireframe Cek Kerawanan (admin)	49
4. 20 Tampilan Login.....	50
4. 21 Tampilan Register	50
4. 22 Tampilan Beranda	51
4. 23 Tampilan Pemetaan.....	51
4. 24 Tampilan Author	52
4. 25 Tampilan Dashboard (admin)	52
4. 26 Tampilan User(admin)	53

4. 27 Tampilan Jalan(Admin)	53
4. 28 Tampilan Rules(admin).....	54
4. 29 Tampilan Cek Kerawanan(admin)	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Surat Ijin Survei	68
2 Dokumentasi Pengambilan Data	69
3 Rules Fuzzy Mamdani.....	70
4 Perhitungan Manual	73
5 Pengujian Uat.....	74

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kebutuhan moda transportasi merupakan dampak dari sangat pesatnya laju pertumbuhan penduduk. Hal tersebut turut menyumbang jumlah kecelakaan yang terus mengalami kenaikan setiap tahunnya. Kecelakaan lalu lintas masih menjadi permasalahan di berbagai kota yang ada di Indonesia. Tidak mudah untuk memprediksi waktu dan lokasi kejadian kecelakaan lalu lintas. Seiring bertambahnya laju penduduk dan pertambahan panjang jalan, kecelakaan lalu lintas akan semakin susah untuk di kurangi dan akan cenderung bertambah. Pada dasarnya, terdapat 5 faktor utama yang menjadi penyebab kecelakaan lalu lintas kecelakaan lalu lintas yaitu faktor manusia, faktor sarana, faktor prasarana, faktor lingkungan, dan faktor penyebab khusus (Widyastuti Otik, 2018). Selain faktor di atas, pengaruh kepadatan kendaraan juga merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Disebutkan didalam (Sekaryadi, Setiawan, dkk, 2019) bahwa korelasi tingkat kepadatan dengan kecelakaan ada hubungannya sangat kuat. Tingkat kecelakaan di Kabupaten Tuban pada tahun 2017 berjumlah 1.218 kejadian. Pada tahun 2018 tingkat kecelakaan di Kabupaten Tuban mengalami peningkatan menjadi 1.393 kasus. Sedangkan pada tahun 2019 tingkat kecelakaan pada kabupaten tuban terdapat 1.141 kejadian. Bahkan menurut Kapolres Tuban AKBP Nanang Haryono, kasus kecelakaan di Kabupaten Tuban pada tahun 2018 adalah yang tertinggi di Jawa Timur "Kita akui tahun 2018 laka lantas tertinggi di Jatim adalah di Kabupaten Tuban dan korbananya dari berbagai daerah tidak hanya warga Tuban," terang Kapolres (Huda, 2019).

Kecelakan tidak hanya mengakibatkan kerugian materil akan tetapi juga menghasilkan kerugian non materil. Kerugian materil berupa kondisi kendaraan yang mengalami kerusakan ringan hingga kerusakan yang berat. Kerugian non materil dari kecelakaan bisa berupa luka ringan, luka berat, cacat, bahkah yang paling parah dapat mengakibatkan kehilangan nyawa. Keberadaan informasi

mengenai daerah rawan kecelakaan yang dapat di akses oleh masyarakat luas cukup penting keberadaannya, dengan informasi yang tepat diharapkan masyarakat dapat meningkatkan keselamatan berlalu lintas. Selain dapat dimanfaatkan oleh masyarakat infomasi mengenai daerah rawan kecelakaan dapat berguna bagi dinas-dinas terkait dan juga pihak kepolisian dalam menangani kasus kecelakaan lalu lintas. Informasi mengenai daerah rawan kecelakaan dapat di visualisasikan kedalam bentuk peta, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengenali daerah rawan kecelakaan.

Tahun 2022 Petrus Indra Wijaya dkk (Wijaya, Sari, dkk 2022) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengarsipkan data kecelakaan lalu lintas yang nantinya data akan di manfaatkan untuk mengetahui lokasi-lokasi yang rawan akan kecelakaan lalu lintas di Kota Pontianak khususnya Satlantas Polresta Pontianak. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan hasil pada tahun 2017 terdapat 69 titik rawan kecelakaan, pada tahun 2018 terdapat 17 titik rawan kecelakaan, dan pada tahun 2019 terdapat 9 titip rawan kecelakaan. Metode Fuzzy merupakan suatu metode yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara benar dan salah. Dalam metode fuzzy terdapat derajat keanggotaan yang memiliki rentan 0 hingga 1. Pada tahun 2021 bakir dan hozairi (Bakir, 2019) melakukan penelitian mengenai uvaluasi lahan garam rakyat di Kabupaten Pamekasan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* berbasis webgis. Penelitian yang dilakukan berfokus untuk mengevaluasi lahan garam rakyat guna untuk menginkatkan kualitas lahan yang ada. Variabel input yang digunakan dalam penelitian ini adalah tekstur tanah, sinar matahari, suhu udara, permaebilitas tanah, dan kelembapan udara. Sedangkan variabel output adalah variabel kualitas lahan, yang terdiri dari 3 himunan yaitu himpunan rendah, sedang, dan tinggi. Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Rasyid Alkhoir Lubis dkk (Rasyid Alkhoir Lubis, dkk 2018) pada tahun 2018 melakukan penelitian untuk memetakan tingkat kerawanan longsor. Pemetaan yang di lakukan di dasarkan pada curah hujan dan geologi. Pengolahan data menggunakan metode *fuzzy mamdani*, dimana variabel inputnya adalah curah hujan dan geologi, sedangkan untuk variabel outpunya adalah tingkat kerawanan longsor.

Sesuai uraian permasalah yang ada di atas, diperlukan sebuah sistem informasi geografis mengenai daerah rawan kecelakaan Kabupaten Tuban yang dapat di akses secara online. Untuk itu penulis mengajukan penelitian yang berjudul “Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tuban Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis *GIS*”. Hasil dari klustering tersebut akan mengklasifikasikan tingkat kerawanan kecelakaan di Kabupaten Tuban. Pemetaan tersebut dapat digunakan oleh masyarakat, selain itu sistem ini juga dapat membantu pihak pemerintah serta pihak kepolisian dalam menangani kecelakan lalu lintas. Dengan harapan kejadian kecelakaan dapat berkurang.

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai latar belakang yang telah di uraikan diatas, maka dirumuskan masalah yaitu :

- a. Bagaimana menerapkan metode *fuzzy mamdani* untuk memetakan daerah rawan kecelakaan?
- b. Bagaimana membangun sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan di Kabupaten Tuban?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

- a. Wilayah studi adalah Kabupaten Tuban.
- b. Data kecelakaan yang digunakan adalah data kecelakaan lalu lintas tahun 2019 yang bersumber dari SATLANTAS POLRES TUBAN.
- c. Pemetaan di dasarkan pada data kecelakaan dan data jalan yang ada di Kabupaten Tuban. Jalan yang di pakai adalah jalan pantura, jalan nasional, dan jalan penghubung antara provinsi.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

- a. Menerapkan metode *fuzzy mamdani* untuk memetakan daerah rawan kecelakaan.

-
- b. Membangun sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan di Kabupaten Tuban.

1.5 Manfaat

Manfaat dari adanya perancangan sistem informasi geografis pemetaan daerah rawan kecelakaan di Kabupaten Tuban menggunakan algoritma *Fuzzy Mamdani* yaitu :

- a. Dapat membantu Satlantas Polretsabes Kabupaten Tuban dalam mengelompokkan daerah rawan kecelakaan.
- b. Memberikan informasi mengenai daerah rawan kecelakaan yang ada di Kabupaten Tuban kepada masyarakat luas.
- c. Dapat digunakan pihak-pihak terkait guna untuk meningkatkan sarana prasarana dan juga untuk mengurangi tingkat angka kecelakaan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kabupaten Tuban

Kabupaten Tuban, yang terletak di Provinsi Jawa Timur, memiliki batas-batas wilayah yang berbeda. Di sebelah utara, kabupaten ini berbatasan dengan Laut Jawa. Di sebelah timur, batasnya adalah Kabupaten Lamongan. Sementara itu, di sebelah selatan terdapat Kabupaten Bojonegoro, dan di sebelah barat terletak Provinsi Jawa Tengah. Luas wilayah daratan Kabupaten Tuban adalah 1.839,94 km², dengan panjang pantai sekitar 65 km. Kabupaten Tuban juga memiliki wilayah perairan yang meliputi luas sekitar 22.608 km². (BPS Kabupaten Tuban, 2019).

2.2 Kecelakaan Lalu Lintas

Menurut (UU No. 22 tahun, 2009) Kecelakaan lalu lintas adalah kejadian tak terduga dan tidak disengaja yang terjadi di jalan dan melibatkan kendaraan, baik dengan maupun tanpa melibatkan pengguna jalan lain, yang mengakibatkan cedera manusia dan/atau kerugian materi. Kecelakaan lalu lintas dapat digolongkan menjadi 3 yaitu:

- a. Kecelakaan lalu lintas ringan

Kecelakaan lalu lintas ringan merupakan kecelakaan yang mengakibatkan kerusakan Kendaraan dan/atau barang.

- b. Kecelakaan lalu lintas sedang

Kecelakaan lalu lintas sedang merupakan kecelakaan yang mengakibatkan luka ringan dan kerusakan Kendaraan dan/atau barang.

- c. Kecelakaan lalu lintas berat

Kecelakaan lalu lintas berat merupakan kecelakaan yang mengakibatkan korban meninggal dunia atau luka berat.

Menurut (UU No. 22 tahun, 2009) Kecelakaan lalu lintas dapat terjadi akibat kelalaian pengguna jalan, kurangnya perawatan kendaraan, serta kondisi jalan dan/atau lingkungan yang kurang aman.

2.3 Sistem Informasi Geografis

2.3.1 Sistem

Menurut (Susianto and Guntoro, 2017) Sistem merupakan gabungan dari komponen dan elemen yang saling terkait dan bekerja bersama untuk mencapai suatu tujuan spesifik. Sedangkan Pengertian Sistem Menurut Indrajit didalam (Susianto and Guntoro, 2017) Sistem dapat diartikan sebagai kumpulan-kumpulan komponen yang saling terkait dan memiliki unsur keterkaitan antara satu dengan yang lainnya.

Berdasarkan hasil pengertian sistem yang telah dikemukakan oleh para ahli, dapat disimpulkan bahwa sistem merupakan suatu entitas yang terdiri dari kumpulan komponen yang saling terkait dan memiliki unsur keterkaitan antara satu dengan yang lainnya. Komponen-komponen tersebut digabungkan menjadi satu kesatuan untuk mencapai tujuan tertentu.

2.3.2 Sistem Informasi

Menurut marimin & prabowo didalam (Edi Surya Negara, Romindo, dkk 2021) Sistem informasi mengacu pada kumpulan komponen dalam suatu organisasi atau perusahaan yang terkait dengan proses pembuatan dan distribusi informasi kepada satu atau lebih pengguna. Sedangkan menurut (Anggraini, Pasha, dkk, 2020) Sistem informasi adalah sistem yang ada di dalam suatu organisasi yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pengelolaan transaksi harian, mendukung operasi, kegiatan manajerial, dan strategi dari organisasi tersebut. Sistem ini juga menghasilkan laporan-laporan yang dibutuhkan oleh organisasi tersebut.

Berdasarkan uraian mengenai sistem informasi yang telah di sampaikan oleh para ahli, dapat di tarik kesimpulan bahwa sistem informasi merupakan sebuah sistem yang berada didalam organisasi ataupun perusahaan dan berkaitan dengan proses pembuatan dan pendistribusian informasi, yang digunakan untuk mendukung operasi.

2.3.3 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi yang menggunakan komputer untuk menyimpan, menganalisis, mengelola, dan mengambil data dengan konteks geografis. Dalam lima tahun terakhir, perkembangan SIG telah mengalami kemajuan yang pesat. (Bakti, Bunda, dkk 2021). Sedangkan berdasarkan E. Irwansyah di dalam (Rahmanto, Hotijah, dkk 2020) Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem yang dirancang untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, mengatur, dan menampilkan berbagai jenis data geografis. Konsep SIG yaitu :

- a. Informasi geografis adalah informasi mengenai tempat di permukaan bumi.
- b. Teknologi informasi geografis meliputi *Global Positioning System (GPS)*, remote sensing dan Sistem Informasi Geografis.
- c. Sistem Informasi Geografis adalah sistem komputer dan piranti lunak (software).
- d. Sistem Informasi Geografis digunakan untuk berbagai macam variasi aplikasi.
- e. Sains Informasi Geografis merupakan ilmu sains yang melatarbelakangi teknologi Sistem Informasi Geografis

2.3.4 Ciri-ciri Sistem Informasi Geografis

Menurut (Susianto and Guntoro, 2017) ciri-ciri sistem informasi geografis yaitu :

- a. Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki sub sistem input data yang berfungsi untuk menerima dan memproses data spasial dari berbagai sumber. Sub sistem ini juga mencakup proses transformasi data spasial yang berbeda jenis, misalnya mengubah data peta kontur menjadi data titik ketinggian.
- b. Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki subsistem penyimpanan dan pemanggilan data yang memungkinkan data spasial untuk diakses, diedit, dan diperbarui. Subsistem ini menyediakan mekanisme untuk menyimpan data spasial

secara efisien dan memungkinkan pengguna untuk mengambil, mengedit, dan memperbarui data sesuai kebutuhan.

c. Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki subsistem manipulasi dan analisis data yang berperan dalam presentasi data, pengelompokan dan pemisahan data, estimasi parameter dan hambatan, serta fungsi permodelan. Subsistem ini memungkinkan pengguna untuk melakukan manipulasi data spasial seperti penggabungan data, pemisahan data berdasarkan kriteria tertentu, mengestimasi parameter dan hambatan dalam data, serta menggunakan fungsi permodelan untuk melakukan analisis dan prediksi berdasarkan data spasial yang tersedia.

d. Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki subsistem pelaporan yang berfungsi untuk menyajikan seluruh atau sebagian dari basis data dalam bentuk tabel, grafik, dan peta. Subsistem ini memungkinkan pengguna untuk menghasilkan laporan yang berisi informasi geografis secara visual melalui tabel yang terstruktur, grafik yang menggambarkan data secara visual, serta peta yang menampilkan data secara spasial. Hal ini mempermudah pengguna dalam memahami dan mengkomunikasikan informasi geografis secara efektif.

2.3.5 Subsistem SIG

Menurut penjelasan (Susianto and Guntoro, 2017) sistem informasi geografis memiliki beberapa subsistem yaitu :

a. Subsistem Data Input memiliki tugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber. Subsistem ini juga bertanggung jawab untuk mengkonversi atau mentransformasi format data asli ke dalam format yang dapat digunakan oleh Sistem Informasi Geografis (SIG).

b. Subsistem Data Output memiliki fungsi untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran dari seluruh atau sebagian basis data dalam bentuk softcopy maupun hardcopy. Keluaran tersebut dapat berupa tabel, grafik, peta, dan berbagai format lainnya yang dapat dipresentasikan dan digunakan oleh pengguna SIG.

c. Subsistem Manajemen Data bertanggung jawab dalam mengorganisir data spasial dan atribut ke dalam basis data. Subsistem ini mengatur data dalam

struktur yang memungkinkan data mudah dipanggil, diedit, dan dikelola. Tujuan dari subsistem ini adalah untuk menyediakan akses yang efisien dan efektif terhadap data dalam sistem informasi geografis (SIG).

d. Subsistem Manipulasi dan Analisis Data bertujuan untuk menghasilkan informasi yang relevan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) dan melibatkan proses manipulasi dan permodelan data. Dalam subsistem ini, data geografis dianalisis menggunakan berbagai teknik dan metode untuk mengungkapkan hubungan, pola, dan tren yang terdapat dalam data tersebut, memberikan pengguna SIG wawasan yang lebih dalam dan informasi yang berarti.

2.4 Metode Fuzzy Mamdani

2.4.1 Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan sebuah logika yang memiliki nilai kesamaran atau juga kekaburan antara benar dan salah. Logika fuzzy dapat digunakan sebagai pemecahan masalah, logika fuzzy dapat di implementasikan pada berbagai sistem, antara lain embeded sisem, jaringan komputer, sistem kontrol, dan lainnya. Menurut (Widarma and Kumala, 2019) Dalam logika fuzzy, nilai keanggotaan memiliki rentang antara 0 hingga 1. Hal ini berarti suatu keadaan dapat memiliki dua nilai yang bersamaan, seperti "Ya dan Tidak", "Benar dan Salah", atau "Baik dan Buruk", namun dengan besar nilai yang tergantung pada bobot keanggotaannya. Bobot keanggotaan menggambarkan sejauh mana suatu keadaan atau variabel dapat dikategorikan sebagai "Ya", "Benar", atau "Baik" dalam konteks fuzzy. Nilai antara 0 dan 1 mengindikasikan tingkat keanggotaan suatu elemen terhadap himpunan atau kategori tertentu dalam logika fuzzy.

2.4.2 Metode Fuzzy Mamdani

Metode fuzzy mamdani adalah salah satu bagian dari Fuzzy Inference System yang dapat digunakan untuk menarik kesimpulan ataupun juga keputusan terbaik pada permasalahan yang bersifat tidak pasti. Pada tahun 1975 metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Edbrahim Mamdani. Menurut (Surbakti *et al.*, 2020) Metode Fuzzy Mamdani memanfaatkan kaedah-kaedah linguistik dan

algoritma *fuzzy* yang dapat dianalisis secara matematika. Hal ini menjadikannya lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan. Menurut Yanthi Charolina didalam (Sianturi, 2020) Untuk mendapatkan keluaran, diperlukan empat tahapan yaitu :

- a. Pembentukan himpunan Fuzzy

Metode Mamdani membagi variabel *input* dan variabel *output* menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

- b. Fungsi implikasi.

Dalam metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *minimum* (min). Hasil implikasi fuzzy dari setiap aturan diperoleh dengan menerapkan fungsi minimum pada nilai keanggotaan setiap himpunan fuzzy yang terlibat dalam aturan tersebut. Selanjutnya, hasil implikasi fuzzy dari semua aturan digabungkan untuk menghasilkan keluaran inferensi fuzzy.

- c. Komposisi Aturan.

Komposisi aturan merupakan tahapan *fuzzy mamdani* apabila sistem terdiri dari beberapa aturan fuzzy. Hasil infrensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Terdapat 3 metode yang dapat digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu: *max*, *additive*, dan probabilistik OR.

- ### 1) Metode *Max* (*Maximum*)

Metode *max* merupakan solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan. Secara umum dapat dituliskan pada Persamaan 2.1 :

Dengan;

$\mu_{SF}[xi]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai urutan ke-i;

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuensi fuzzy aturan ke- i ;

Jika digunakan fungsi implikasi MIN, maka pada metode komposisi ini biasa disebut dengan nama MAX-MIN atau MIN-MAX atau MAMDANI.

- ## 2) Metode *Additive* (Sum)

Metode *additive* merupakan solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum metode *additive* dapat dilihat pada Persamaan 2.2 :

Dengan;

$\mu_{sf}[xi]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai urutan ke-*i*;

$\mu_{kf}[xi]$ = nilai keanggotaan konsekuensi fuzzy aturan ke-*i*;

- ### 3) Metode *Min* (*Minimim*)

Metode probabilistik *OR* (probior) merupakan solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah *fuzzy*. Secara umum penulisan rumus dapat di lihat pada Persamaan 2.3 :

$$\mu sf [xi] < -- min(\mu sf [xi] + \mu kf [xi]) - \mu sf [xi] * \mu kf [xi])2.3$$

Dengan;

$\mu_{SF}[xi]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai urutan ke-i;

$\mu_{kf}[xi]$ = nilai keanggotaan konsekuensi fuzzy aturan ke-i;

- d. Penegasan (*defuzzyfikasi*)

Dalam proses *defuzzyifikasi*, inputnya adalah sebuah himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy*, dan output yang dihasilkan adalah sebuah nilai numerik yang ada di dalam domain himpunan *fuzzy* tersebut. Pada akhirnya, apabila diberikan sebuah himpunan *fuzzy* dengan rentang tertentu, nilai crisp spesifik dapat diambil sebagai output dari proses defuzzyifikasi. Metode *deffuzifikasi* memiliki beberapa komposisi aturan mamdani yaitu :

- 1) Metode centorid
 - 2) Metode bisektor
 - 3) Metode *Mean of Maximum* (MOM)
 - 4) Metode *Largest of Maximum* (LOM)
 - 5) Metode *Smallest of Maximum* (SOM)

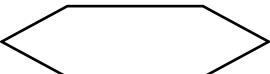
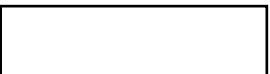
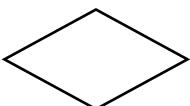
2.5 Perancangan Sistem

2.5.1 Flowchart

Flowchart adalah salah satu cara untuk mengambarkan alur sistem yang terdiri dari simbol-simbol. Menurut (Hafiz Yusuf, Dona Katarina, dkk 2020) *Flowchart* adalah representasi grafis yang terdiri dari langkah-langkah dan urutan

prosedur suatu program. Simbol - simbol dalam *flowchart* dapat di lihat pada Tabel 2.1.

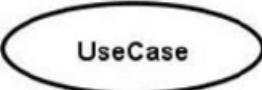
Tabel 2. 1 Flowchart

Simbol	Nama	Fungsi
	Terminator	Permulaan/akhir program
	Garis alir (Flow line)	Arah alur program
	Preparation	Proses inisialisasi/pemberian nilai awal
	Process	Proses perhitungan/pengolahan data
	Input/Output Data	Input/output data, parameter, informasi
	Predefined process (Sub program)	Awal dari subprogram atau proses eksekusi subprogram
	Decision	Perbandingan kondisi, pengujian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya
	On page connector	Penyambung antara bagian-bagian flowchart yang berada pada satu halaman
	Off page connector	Penghubung bagian – bagian flowchart yang berada pada halaman berbeda

2.5.2 Usecase Diagram

Usecase diagram adalah suatu model yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara aktor atau pengguna dengan sistem informasi yang akan dibangun. *Usecase diagram* digunakan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang ada dalam sistem informasi dan mengklarifikasi siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi tersebut (Julianto and Setiawan, 2019). Simbol yang digunakan dalam *usecase diagram* dapat di lihat pada Tabel 2.2.

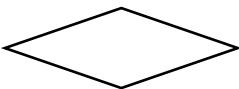
Tabel 2. 2 Usecase Diagram

Nama	Simbol	Keterangan
Aktor	 Actor	Untuk mendefinisikan pengguna yang berinteraksi dengan usecase
Usecase		Abstraksi dan interaksi antara sistem serta aktor
Association		Interaksi antara aktor dan use case yang terlibat dalam sebuah use case, atau use case yang memiliki interaksi dengan aktor

2.5.3 Entity Relationship Diagram

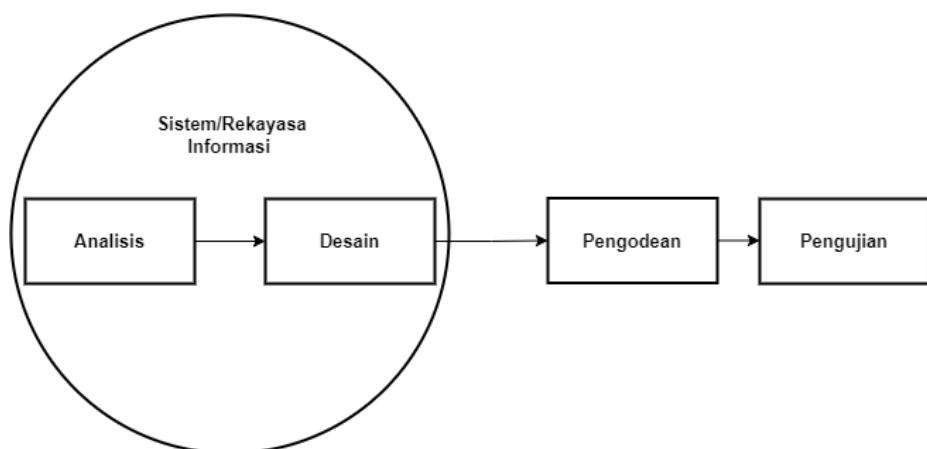
ERD (Entity Relationship Diagram) adalah sebuah diagram struktur yang digunakan untuk merancang database. *ERD* merupakan model data yang menyajikan informasi secara rinci dengan menggunakan representasi grafis. Tujuan *ERD* adalah untuk membantu pengembangan sistem dengan memenuhi kebutuhan analisis sistem dan mempermudah pemahaman mengenai hubungan antara entitas atau objek dalam suatu sistem. (Musthofa and Adiguna, 2022). Simbol yang digunakan dalam *ERD* dapat di lihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Entity Relationship Diagram

Nama	Simbol	Keterangan
Entitas		Objek yang dapat diidentifikasi secara unik
Relasi		Relasi atau hubungan yang terjadi antara salah satu lebih entitas
Atribut		Mendefinisikan karakter entitas
Garis		Penghubung antara atribut dengan entitas dan relasi entitas dengan relasi entitas lainnya

2.6 Waterfall

Waterfall merupakan sebuah permodelan yang digunakan untuk pengembangan sistem. Menurut sukamto dan shalahuddin di (Handrianto and Sanjaya, 2020) Model Waterfall adalah sebuah pendekatan yang menyediakan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut, dimulai dari analisis, desain, pengodean, dan pengujian. Gambar 2.1 di bawah merupakan penggambaran dari model *waterfall*.



Gambar 2. 1 Pengambaran Model Waterfall

Tahapan metode pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan model *waterfall* menurut Sukamto & Shalahudin di (Christian, Ariani,dkk 2018) yaitu :

a. Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

Proses pengumpulan kebutuhan dilakukan secara mendalam dan rinci terhadap perangkat lunak guna memahami kebutuhan pengguna dengan baik. Spesifikasi kebutuhan perangkat lunak pada tahap ini penting untuk didokumentasikan agar dapat memahami dengan jelas seperti apa perangkat lunak yang dibutuhkan oleh pengguna.

b. Desain

Desain perangkat lunak merupakan proses yang melibatkan beberapa langkah dan berfokus pada perancangan program perangkat lunak, termasuk struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi antarmuka, dan prosedur pengodean. Tahap ini bertujuan untuk menerjemahkan kebutuhan perangkat lunak dari tahap analisis kebutuhan menjadi representasi desain yang dapat diimplementasikan menjadi program pada tahap selanjutnya. Hasil desain perangkat lunak pada tahap ini juga perlu didokumentasikan agar dapat dipahami dan diikuti dalam proses pengembangan perangkat lunak.

c. Pembuatan Kode Program

Desain perangkat lunak harus diimplementasikan ke dalam program perangkat lunak yang sesuai. Hasil dari tahap ini adalah program komputer yang dibangun sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap desain.

d. Pengujian

Pengujian bertujuan untuk mengevaluasi secara logika dan fungsionalitas perangkat lunak, serta memastikan bahwa semua komponen telah diuji. Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi dan meminimalkan kesalahan (*error*) serta memastikan bahwa hasil keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan.

2.7 PHP

PHP (*Hypertext Preprocessor*) adalah sebuah bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengolah data di dalam *web server*. PHP berjalan pada *web server* dan memiliki fungsi untuk memproses dan mengelola data secara dinamis di dalam server. Menurut Purnamasari didalam (Winanjar and Susanti, 2021) PHP adalah bahasa pemrograman *script* yang digunakan di *server* untuk mengembangkan aplikasi *web* yang dinamis. PHP berintegrasi dengan dokumen HTML dan digunakan untuk menghasilkan isi dari tampilan *web* sesuai dengan permintaan pengguna.

2.8 Laravel

Laravel adalah suatu kerangka kerja (*framework*) yang digunakan untuk pengembangan *web* dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP.. Menurut (Wardani and Nurhidayat, 2019) *Laravel* adalah suatu *framework* PHP yang dirancang untuk pengembangan aplikasi *web* dengan menerapkan pola desain *Model View Controller* (MVC). Laravel juga mempunyai beberapa fitur yang dapat mempermudah dalam perancangan web, yaitu;

- a. *Bundles* adalah fitur *modular* dalam *Laravel* yang menyediakan paket-paket kode siap pakai untuk meningkatkan fungsionalitas aplikasi.
- b. *Eloquent ORM* adalah fitur dalam *Laravel* yang mengimplementasikan pola "*active record*" dalam PHP dengan menyediakan metode internal untuk mengelola relasi antara objek dan *database*.
- c. *Application logic* (aplikasi pengembangan dari *Controllers* maupun bagian dari deklarasi *Route*)
- d. *Reserve routing* (hubungan antara *Link* dan *Route*)
- e. *Restful controllers* (*option* untuk memisahkan logika dalam melayani HTTP GET dan permintaan POST)
- f. *Class auto loading* (otomatis *loading* untuk *class* PHP)
- g. *View composers* (kode unit *logical* yang dijalankan ketika sebuah View di *load*),
- h. *Migrations* (versi sistem *control* untuk skema *database*)

- i. *Unit Testing* (untuk mendeteksi regresi)

2.9 Mysql

Pemrograman yang menggunakan bahasa PHP, mysql adalah database server yang sering digunakan. MySQL dapat digunakan sebagai sebuah platform untuk memproses data, baik itu menyimpan data dalam basis data maupun melakukan manipulasi terhadap data-data yang diperlukan. Menurut Raharjo di dalam (Khusniatul Fahriya and Andi Iwan Nurhidayat, 2018) MySQL merupakan sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) atau *server database* yang mampu mengelola basis data dengan kecepatan tinggi, dapat menampung volume data yang besar, dan mampu diakses oleh banyak pengguna secara bersamaan.

2.10 State of The Art

Tahun 2022 Petrus Indra Wijaya dkk (Wijaya, Sari, ect, 2022) penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengumpulkan dan mengarsipkan data kecelakaan lalu lintas di Kota Pontianak, terutama di wilayah Satlantas Polresta Pontianak. Data tersebut nantinya akan dimanfaatkan untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi yang rentan terhadap kecelakaan lalu lintas. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa pada tahun 2017 terdapat 69 titik rawan kecelakaan, pada tahun 2018 terdapat 17 titik rawan kecelakaan, dan pada tahun 2019 terdapat 9 titik rawan kecelakaan.

Tahun 2021 bakir dan hozairi (Bakir, 2019) melakukan sebuah penelitian yang menggunakan metode *fuzzy mamdani* berbasis *webgis* untuk mengevaluasi lahan garam rakyat di Kabupaten Pamekasan. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas lahan garam yang ada. Penelitian ini berfokus pada evaluasi berbagai variabel *input*, seperti tekstur tanah, sinar matahari, suhu udara, permeabilitas tanah, dan kelembapan udara. Variabel *output* yang dihasilkan adalah kualitas lahan, yang dikelompokkan menjadi tiga himpunan yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Rasyid Alkhoir Lubis dkk (Rasyid Alkhoir Lubis, ect, 2018) pada tahun 2018 melakukan penelitian untuk

memetakan tingkat kerawanan longsor. Pemetaan yang dilakukan di dasarkan pada curah hujan dan geologi. Pengolahan data menggunakan metode fuzzy mamdani, dimana variabel inputnya adalah curah hujan dan geologi, sedangkan untuk variabel outputnya adalah tingkat kerawanan daerah longsor. Lebih lanjut mengenai state of the art yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 *State of The Art*

No.	Judul	Penulis	Tahun	Hasil
1.	Sistem Informasi Geografis Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Berbasis Web Di Kota Pontianak	Petrus Indra Wijaya, Renny Puspita Sari, Ferdy Febriyanto	2022	penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengumpulkan dan mengarsipkan data kecelakaan lalu lintas di Kota Pontianak, terutama di wilayah Satlantas Polresta Pontianak. Data tersebut nantinya akan dimanfaatkan untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi yang rentan terhadap kecelakaan lalu lintas. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa pada tahun 2017 terdapat 69 titik rawan kecelakaan, pada tahun 2018 terdapat 17 titik rawan kecelakaan, dan pada tahun 2019 terdapat 9 titik rawan kecelakaan.
2.	Implementasi Fuzzy Mamdani Untuk Evaluasi Lahan Garam Rakyat Berbasis Webgis Di Pamekasan	Bakir1, Hozairi	2019	penelitian yang menggunakan metode <i>fuzzy mamdani</i> berbasis <i>webgis</i> untuk mengevaluasi lahan garam rakyat di Kabupaten Pamekasan. Tujuan penelitian ini adalah untuk

Tabel 2.5 *State of The Art* (lanjutan)

No.	Judul	Penulis	Tahun	Hasil
3.	Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor Berdasarkan Curah Hujan dan Geologi Menggunakan Metode Fuzzy Logic Di Kecamatan Leupung Kabupaten Aceh Besar	Rasyid Alkhoir Lubis, Muhammad Rusdi, Hairul Basri	2018	<p>meningkatkan kualitas lahan garam yang ada. Penelitian ini berfokus pada evaluasi berbagai variabel <i>input</i>, seperti tekstur tanah, sinar matahari, suhu udara, permeabilitas tanah, dan kelembapan udara. Variabel <i>output</i> yang dihasilkan adalah kualitas lahan, yang dikelompokkan menjadi tiga himpunan yaitu rendah, sedang, dan tinggi.</p> <p>Penelitian dilakukan untuk memetakan tingkat kerawanan longsor. Pemetaan yang di lakukan di dasarkan pada curah hujan dan geologi. Pengolahan data menggunakan metode fuzzy mamdani, dimana variabel inputnya adalah curah hujan dan geologi, sedangkan untuk variabel outpunya adalah tingkat kerawanan longsor.</p>

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 6 bulan. Penelitian dengan judul “Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tuban Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis *GIS*” dilaksanakan pada Satlantas Polres Tuban yang beralamat di Jl. Dr. Wahidin SH, Sidorejo, Kec. Tuban, Kabupaten Tuban.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Penelitian ini menggunakan alat – alat penelitian yang berupa perangkat keras dan perangkat lunak yaitu :

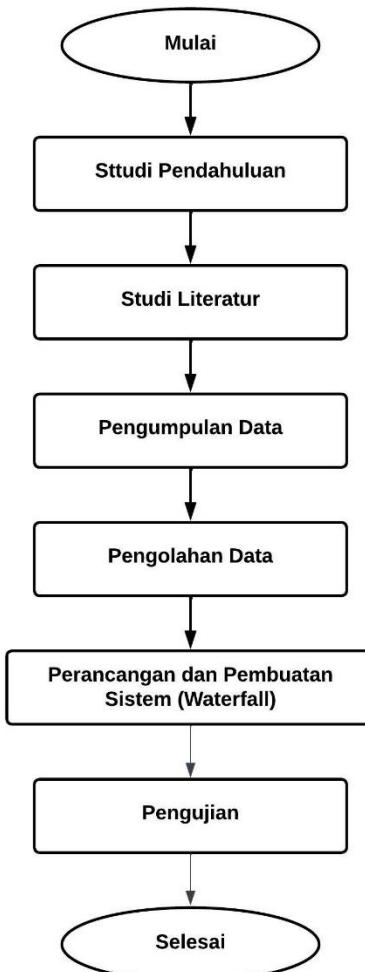
- a. Perangkat keras
 - 1) Laptop Lenovo Legion Y540 dengan spesifikasi yaitu :
 - a) Intel Core i5-9300H
 - b) Nvidia GeForce GTX 1650 4 GB.
 - c) 8 GB DDR4
 - d) 512 GB SSD.
 - 2) Smartphone Samsung A50
 - b. Perangkat lunak
 - 1) OS Windows 11
 - 2) Visual Studio Code 1.7.9
 - 3) Xampp 3.3.0
 - 4) Laravel 8
 - 5) PHP 8.1.12
 - 6) Google Maps API

- 7) Microsoft Word 2019
- 8) Microsoft Excel 2019

3.2.2 Bahan Penelitian

Data primer yang didapatkan dari penelitian terdahulu yang diperoleh langsung dari Unit Laka Satlantas Polres Tuban yang beralamat di Satlantas Polres Tuban yang ber alamat di Jl. Dr. Wahidin SH, Sidorejo, Kec. Tuban, Kabupaten Tuban.

3.3 Metode Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Metode Penelitian

Gambar 3.1 merupakan gambar dari alur penelitian yang dilakukan oleh penulis. Alur penelitian mencakup dari studi literatur hingga analisis dan pembahasan.

3.3.1 Studi Pendahuluan

Tahapan ini merupakan tahapan yang telah dilakukan oleh peneliti dengan melakukan wawancara dengan petugas dari Satlantas Polres Tuban.

3.3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh referensi ataupun teori yang relevan dan sesuai dengan permasalahan ataupun topik penelitian. Adapun referensi yang peneliti pelajari yaitu :

- a. Jurnal atau paper yang berkaitan tentang metode *fuzzy mamdani*.
- b. Jurnal atau paper yang berkaitan dengan Sistem Informasi Pemetaan.
- c. Data primer diperoleh dari Satlantas Polres Tuban.

3.3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan teknik wawancara secara langsung terhadap petugas dari Unit Laka Satlantas Polres Tuban. Data pada penelitian ini diperoleh dari sumber yang telah ada sebagai sumber yang telah ada sebagai sumber informasi yang akurat yaitu dari Unit Laka Satlantas Polres Tuban.

3.3.4 Pengolahan Data

Data primer yang telah diperoleh akan diolah terlebih dahulu untuk mendapatkan informasi mengenai persebaran kejadian kecelakaan di Kabupaten Tuban. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode fuzzy mamdani.

3.3.5 Perancangan dan Pembuatan Sistem

Dalam perancangan dan pembuatan sistem, peneliti menggunakan model *waterfall* yang menawarkan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara

sekuensial atau terurut. Berikut adalah tahapan-tahapan yang terdapat dalam model *waterfall* tersebut.

a. *Requirement*

Tahapan ini dilakukan analisis kebutuhan terhadap sistem yang akan dibangun. Analisis dimulai dari perancangan alur sistem, penentuan fitur – fitur apa saja yang akan dibuat, hingga perancangan struktur database. Informasi ini dapat diperoleh melalui wawancara, survei, ataupun diskusi.

b. *Design*

Tahapan kedua adalah tahapan perancangan *design system*. Sehingga akan tergambar dengan jelas mengenai sistem yang akan dibangun sebelum ke tahap penkodean. Pada tahap ini design sistem yang akan dirancang mulai dari struktur data, arsitektur *software*, *user interface*, dll.

c. *Implementation*

Tahapan implementasi merupakan tahap implementasi *design system* yang telah dirancang. Seperti pembuatan *database* hingga pengimplementasian kode pada bagian *frontend* dan *backend*.

d. *Testing*

Tahap ke empat merupakan tahapan *testing* terhadap sistem yang telah dibuat. Pada tahapan ini sistem akan di uji untuk mengetahui apakah perangkat lunak yang telah dibangun sesuai dengan *design* yang telah dibuat. Penulis menggunakan *User Acceptance Testing* (UAT). Pengujian UAT bertujuan untuk membuktikan kepada pengguna bahwa sistem berfungsi sesuai dengan pemahaman dan kebutuhan pengguna (Mariyani dkk, 2022). Pengujian ini di khususkan pada calon pengguna yang akan menggunakan sistem ini guna untuk mendapatkan informasi mengenai pemetaan daerah rawa kecelakaan di Kabupaten Tuban. Pengujian *User Acceptance Testing* (UAT) digunakan untuk mengetahui kemudahan dalam mengoperasikan sistem informasi yang telah dibuat. Hasil pengujian dapat dijadikan acuan oleh peneliti dalam mengembangkan sistem.

3.3.6 Pengujian

Tahap ini merupakan tahapan dimana penulis melakukan pengujian efektifitas terhadap penerapan metode yang digunakan (*fuzzy mamdani*). Pengujian ini akan mendapatkan hasil efektivitas penggunaan metode *fuzzy mamdani* dengan membandingkan perhitungan manual excel terhadap perhitungan matlab dengan menggunakan *tools fuzzy inference system* pada matlab (Elfaladonna *et al.*, 2022). Pengujian ini membandingkan perhitungan yang dihasilkan oleh perhitungan sistem dan manual excel terhadap perhitungan matlab. Hasil akhir yang didapatkan adalah margin error antara perhitungan matlab dengan perhitungan manual excel dan sistem.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Studi Pendahuluan

Tahap studi pendahuluan, penulis melakukan persiapan penelitian yang berupa melakukan pencarian penelitian terdahulu tentang studi kasus yang akan di ambil oleh peneliti. Peneliti tidak menemukan penelitian yang terkait pemetaan daerah rawan kecelakaan di Kabupaten Tuban dan menggunakan metode *fuzzy mamdani*. Sehingga peneliti merancang penelitian yang berfokus pada pemetaan daerah rawan kecelakaan di Kabupaten Tuban menggunakan metode *fuzzy Mamdani*. Lebih dari itu penulis juga melakukan wawancara terhadap petugas dari Satlantas Polres Tuban. Bukti surat survei dan bukti wawancara dapat di lihat pada Lampiran 1 dan Lampiran 2. Wawancara yang telah di lakukan terkait tujuan dari penulis untuk melakukan penelitian yang terkait pemetaan daerah rawan kecekaan, selain itu melakukan wawancara mengenai kecelakaan yang ada di Kabupaten Tuban, serta ketersediaan data kecelakaan yang dapat digunakan untuk penelitian.

4.2 Studi Literatur

Tahap studi literatur, penulis melakukan upaya untuk mengumpulkan dan mencari referensi-referensi yang terkait dan mendukung penelitian yang akan dilakukan. Penulis melakukan pencarian aktif dengan menggunakan berbagai sumber referensi, termasuk *paper*, jurnal ilmiah, artikel, dan *website* yang sesuai serta relevan dengan judul penelitian yang diteliti oleh penulis. Pencarian referensi tidak hanya terbatas pada metode yang digunakan, namun juga pada aspek pengembangan aplikasi, tahapan pengembangan aplikasi, dan lainnya.

Proses pencarian referensi ini melibatkan penggunaan basis data akademik, seperti *Google Scholar*, Sinta, atau basis data khusus lainnya. Penulis juga mengandalkan repositori institusi atau perpustakaan kampus untuk menemukan penelitian yang berkaitan dengan studi kasus yang akan diteliti.

Studi literatur merupakan tahapan yang sangat penting dalam persiapan penelitian, karena dengan melakukan studi literatur yang baik, penulis dapat

memperoleh pemahaman yang mendalam tentang landasan teori yang relevan, mengidentifikasi metode yang pernah digunakan dalam penelitian serupa, dan menghasilkan pertanyaan penelitian yang berkualitas.

4.3 Pengumpulan Data

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini merupakan data kecelakaan di Kabupaten Tuban tahun 2019. Data tersebut di dapatkan kantor Unit Laka Satlantas Polres Tuban yang berlokasi di Jalan Dokter Wahidin SH, Sidorejo, Kec. Tuban, Kabupaten Tuban. Data yang di dapatkan merupakan data keseluruhan dari berbagai ruas jalan baik jalan nasional, provinsi, maupun kabupaten. Selain data dari Satlantas Polres Tuban, penulis juga mendapatkan data dari Dinas Perhubungan Kabupaten Tuban. Data yang di dapatkan berupa data lalu lintas harian rata-rata di Kabupaten Tuban. Data yang digunakan dalam penelitian ini hanya jalan nasional dan jalan pantura, dimana jalan tersebut memiliki intensitas kendaraan yang tinggi. Sampel data kecelakaan dari ruas Jalan Pahlawan dapat di lihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Sample Data Kecelakaan

NO	WAKTU KEJADIAN (HARI / TGL / JAM)	TKP (SEBUTKAN LENGKAP)	KORBAN			
				DALAM KOTA (NAMA JALAN DST)	LUAR KOTA (JALUR / RUAS JALAN DAN KM)	MD LB LR
1	2	3	4	6	7	8
1	Senin, 25 Februari 2019, Jam 07.15 Wib.	-	Jl. Pahlawan Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	1
2	Kamis, 04 April 2019, Jam 19.30 Wib.	-	Jl. Pahlawan Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	1
3	Sabtu, 13 April 2019, Jam 16.30 Wib.	-	Jl. Pahlawan Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	1

Tabel 4. 1 Sample Data Kecelakaan (lanjutan)

NO	WAKTU KEJADIAN (HARI / TGL / JAM)	TKP (SEBUTKAN LENGKAP)	KORBAN			
1	2	3	4	6	7	8
4	Senin, 13 Mei 2019, Jam 18.45 Wib.	-	Jl. Pahlawan Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	2
5	Senin, 29 April 2019, Jam 12.00 Wib.	-	Jl. Pahlawan Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	1
6	Minggu, 02 Juni 2019, Jam 21.30 Wib.	-	Jl. Pahlawan Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	1
7	Sabtu, 31 Agustus 2019, Jam 10.30 Wib.	-	Jl. Pahlawan Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	1
8	Senin, 14 Oktober 2019, Jam 00.58 Wib.	-	Jl. Pahlawan (Depan KPP Pratama) Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	1	-	-
9	Rabu, 30 Oktober 2019, Jam 21.30 Wib.	-	Jl. Pahlawan (Depan SPBU Sleko) Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	1
10	Sabtu, 02 November 2019, Jam 10.30 Wib.	-	Jl. Pahlawan (Bundaran Sleko) Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	1
11	Jum'at, 08 November 2019, Jam 11.30 Wib.	-	Jl. Pahlawan Dsn. Wire Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	2

Tabel 4. 1 Sample Data Kecelakaan (lanjutan)

NO	WAKTU KEJADIAN (HARI / TGL / JAM)	TKP (SEBUTKAN LENGKAP)		KORBAN		
		DALAM KOTA (NAMA JALAN DST)	LUAR KOTA (JALUR / RUAS JALAN DAN KM)	MD	LB	LR
1	2	3	4	6	7	8
12	Jum'at, 06 Desember 2019, Jam 08.00 Wib.	-	Jl. Pahlawan Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	1
13	Kamis, 26 Desember 2019, Jam 13.30 Wib.	-	Jl. Pahlawan Kel. Gedongombo Kec. Semanding Kab. Tuban	-	-	1

Tabel di atas merupakan sample dari data kecelakaan yang terjadi di Jalan Pahlawan. Data yang di dapatkan berupa waktu kecelakaan, tempat atau jalan terjadinya kecelakaan, dan kondisi korban. Data tersebut akan digunakan oleh penulis sebagai sebuah alat untuk melakukan perhitungan tingkat kerawanan.

4.4 Pengolahan Data

Pengolahan data pada tahap ini menggunakan metode atau algoritma *fuzzy* mamdani. Implementasi metode *fuzzy mamdani* terhadap data yang telah di dapatkan melalui langkah-langkah yang sesuai dengan kaidah aturan *fuzzy mamdani*. Selanjutnya peneliti akan melakukan perhitungan untuk menentukan tingkat kerawanan kecelakaan menggunakan metode *fuzzy mamdani*. Data yang akan di hitung berasal dari inputan yang terdiri dari variabel jam kecelakaan, kepadatan jalan, intensitas kecelakaan, dan kondisi korban. Hasil dari perhitungan adalah berupa tingkat kerawanan. Berikut merupakan contoh dari perhitungan *fuzzy mamdani*.

Input :

- Jalan : Jalan Tuban - Bancar
- Jam Kecelakaan : 09.30
- Kepadatan Kendaraan : 3

Intensitas Kecelakaan : 2

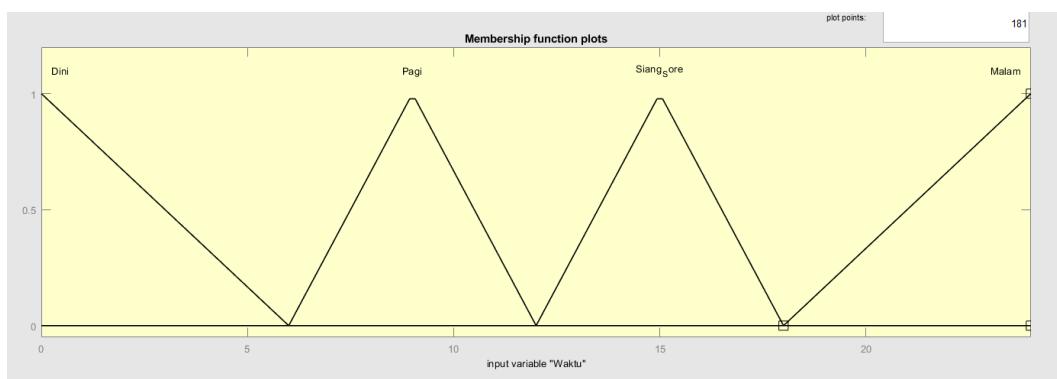
Kondisi Korban : 3

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan nilai *input* yang akan di gunakan adalah *fuzzifikasi*, untuk lebih lanjut berikut merupakan langkah-langkah perhitungan menggunakan *fuzzy inference system* :

4.4.1 Fuzzyifikasi

Fuzzifikasi adalah proses dalam *fuzzy* yang mengubah masukan yang memiliki nilai yang pasti (crisp) menjadi variabel linguistik yang *fuzzy*. *fuzzifikasi* dilakukan dengan menggambarkan masukan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* yang memiliki fungsi keanggotaan masing-masing.

1) Variabel jam kecelakaan



Gambar 4.1 Gambar Derajat Keanggotaan Variabel Jam

Gambar 4.1 merupakan gambar dari fungsi keanggotan dari variabel jam kecelakaan. Variabel jam kecelakaan terdiri dari 4 himpunan yaitu himpunan dini, pagi, siang-sore, dan malam. Dari fungsi keanggotan diatas di dapatkan rumus perhitungan derajat keanggotaan jam kecelakaan yaitu :

$$\mu_{DiniPagi}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 06 \\ \frac{06-x}{06-00}; & 00 \leq x \leq 06 \\ 1; & x \leq 06 \end{cases}$$

$$\mu_{Siang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 06 \text{ atau } x \geq 12 \\ \frac{x - 06}{09 - 06}; & 06 \leq x \leq 09 \\ 1; & x = 09 \\ \frac{12 - x}{12 - 09} & 09 \leq x \leq 12 \end{cases}$$

$$\mu_{Sore}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 12 \text{ atau } x \geq 18 \\ \frac{x - 12}{15 - 12}; & 12 \leq x \leq 15 \\ 1; & x = 15 \\ \frac{18 - x}{18 - 15} & 15 \leq x \leq 18 \end{cases}$$

$$\mu_{Malam}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 18 \\ \frac{x - 18}{24 - 18}; & 18 \leq x \leq 24 \\ 1; & x \geq 24 \end{cases}$$

Perhitungan derajat keanggotaan dan nilai inputan maka di dapatkan persamaan yaitu :

$$\text{Input} = 9.30$$

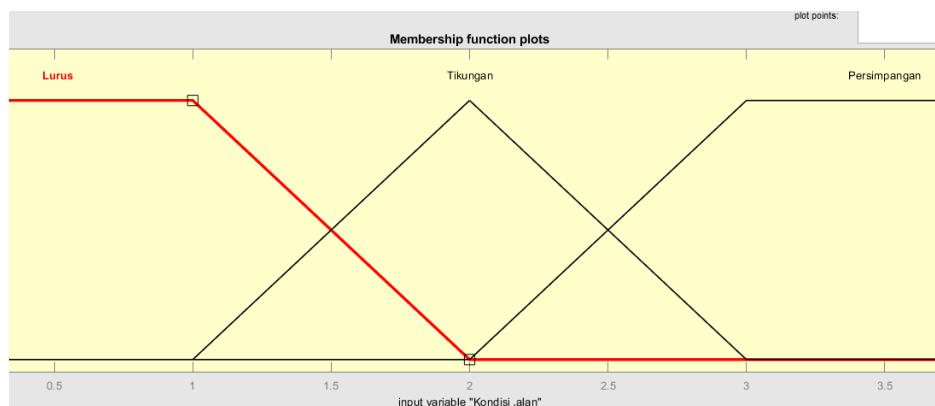
$$\mu_{DiniPagi}[x] = \frac{10 - x}{10 - 06} = \frac{10 - 09.3}{10 - 06} = \frac{0.7}{4} = 0.175$$

$$\mu_{Siang}[x] = 0$$

$$\mu_{Sore}[x] = 0$$

$$\mu_{Malam}[x] = 0$$

2) Variabel kondisi jalan



Gambar 4.2 Derajat Keanggotaan Variabel Kondisi Jalan

Gambar 4.2 merupakan gambar fungsi keanggotaan dari variabel kondisi jalan. Variabel kondisi jalan terdapat 3 himpunan yaitu lurus, tikungan, dan persimpangan. Dari gambar tersebut didapatkan rumus perhitungan derajat keanggotaan kondisi jalan yaitu :

$$\mu_{Jalan\ Lurus}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 2 \\ \frac{2-x}{2-1}; & 1 \leq x \leq 2 \\ 1; & x \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_{Tikungan}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 1 \text{ atau } x \geq 3 \\ \frac{x-1}{2-1}; & 1 \leq x \leq 2 \\ 1; & x = 2 \\ \frac{3-x}{3-2} & 2 \leq x \leq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Persimpangan}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2 \\ \frac{x-2}{3-2}; & 2 \leq x \leq 3 \\ 1; & x \geq 3 \end{cases}$$

Sesuai dengan input di atas, maka di dapatkan perhitungan yaitu :

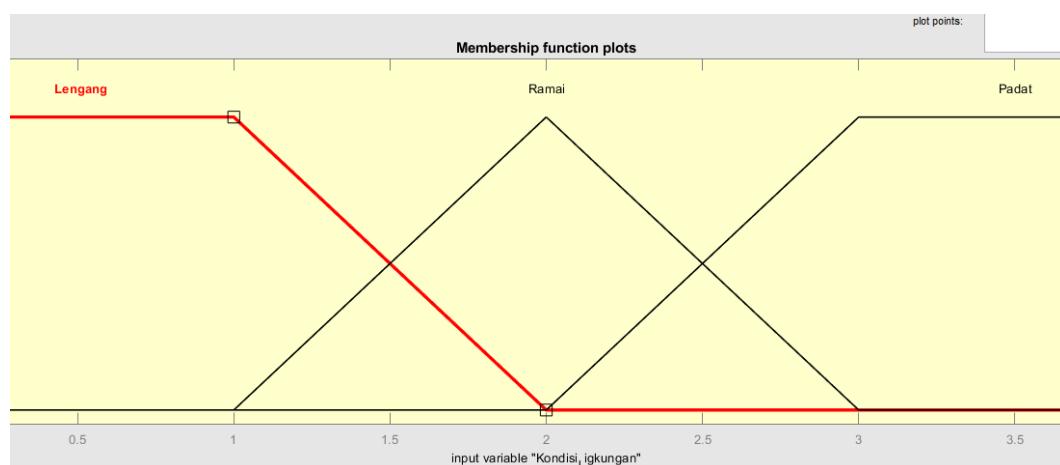
Input = 3

$$\mu_{Lengang}[x] = 0$$

$$\mu_{Ramai}[x] = 0$$

$$\mu_{Padat}[x] = 1$$

3) Variabel Kondisi Lingkungan



Gambar 4. 3 Derajat Keanggotaan Variabe Kondisi Lingkungan

Gambar 4.3 merupakan gambar dari fungsi keanggotaan variabel kondisi lingkungan. Variabel kondisi lingkungan terdiri dari 3 himpunan , yaitu himpunan sangat lengang, ramai, dan himpunan padat. Dari gambar diatas di dapatkan rumus perhitungan derajat keanggotaan intensitas kecelakaan yaitu :

$$\mu_{Lengang}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 2 \\ \frac{2-x}{2-1}; & 1 \leq x \leq 2 \\ 1; & x \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_{Ramai}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 1 \text{ atau } x \geq 3 \\ \frac{x-1}{2-1}; & 1 \leq x \leq 2 \\ 1; & x = 2 \\ \frac{3-x}{3-2} & 2 \leq x \leq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Padat}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2 \\ \frac{x-2}{3-2}; & 2 \leq x \leq 3 \\ 1; & x \geq 3 \end{cases}$$

Sesuai dengan inputan jalan di atas, didapatkan perhitungan yaitu :

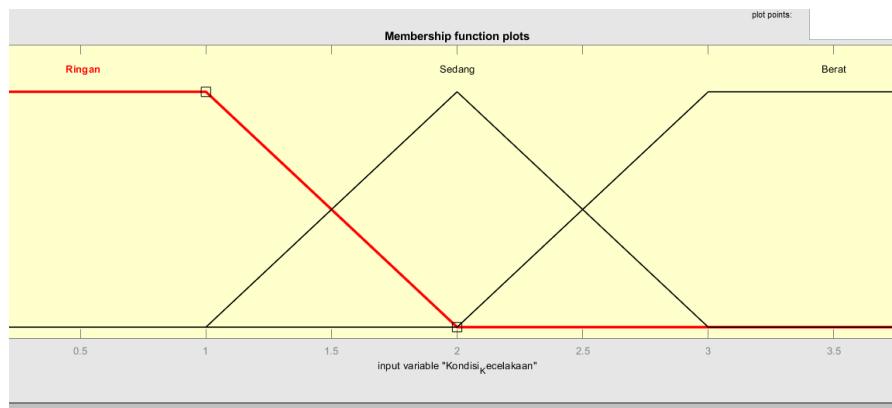
Input = 2

$$\mu_{Lengang}[x] = 0$$

$$\mu_{Ramai}[x] = 1$$

$$\mu_{Padat}[x] = 0$$

4) Variabel Kondisi Kecelakaan



Gambar 4.4 Derajat Keanggotaan Variabel Kondisi Kecelakaan

Gambar 4.4 merupakan gambar dari fungsi keanggotaan variabel kondisi kecelakaan. Variabel kondisi kecelakaan terdapat 3 himpunan yaitu, himpunan ringan, sedang, dan berat. Berdasarkan gambar di atas di dapatkan rumus perhitungan derajat keanggotaan kondisi korban yaitu :

$$\mu_{Ringan}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 2 \\ \frac{2-x}{2-1}; & 1 \leq x \leq 2 \\ 1; & x \leq 1 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 1 \text{ atau } x \geq 3 \\ \frac{x-1}{2-1}; & 1 \leq x \leq 2 \\ 1; & x = 2 \\ \frac{3-x}{3-2} & 2 \leq x \leq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2 \\ \frac{x-2}{3-2}; & 2 \leq x \leq 3 \\ 1; & x \geq 3 \end{cases}$$

Sesuai dengan inputan pada studi kasus dan rumus fungsi keanggotan, maka di dapatkan perhitungan yaitu :

Input = 3

$\mu_{Ringan}[x] = 0$

$\mu_{Sedang}[x] = 0$

$\mu_{Berat}[x] = 1$

4.4.2 Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi merupakan langkah perhitungan dalam *fuzzy mamdani* yang di lakukan setelah mendapatkan nilai dari masing-masing variabel. Fungsi implikasi menggunakan nilai *MIN* karena menggunakan operator *AND* pada tiap aturan. Berdasarkan *rules fuzzy* yang telah di buat, maka di dapatkan *rules* yang

terpakai untuk kasus ini, untuk rules lengkap terdapat di Lampiran 3. Dibawah ini merupakan rules yang terpakai sesuai dengan studi kasus.

[R51] if Jam = Siang and Kondisi Jalan = Persimpangan and Kondisi Lingkungan = Ramai and Kondisi Kecelakaan = Berat then Tingkat Kerawanan = Sangat Rawan

$$\begin{aligned}
 \text{predikat} &= \text{Jam Kecelakaan AND Kondisi Jalan AND Kondisi Lingkungan} \\
 &\quad \text{AND Kondisi Kecelakaan} \\
 &= \min(0,175;1;1;1) \\
 &= 0,175
 \end{aligned}$$

4.4.3 Komposisi Aturan

Komposisi aturan *fuzzy mamdani* menggunakan metode *max*, yaitu mencari hasil tertinggi dari hasil perhitungan fungsi implikasi semelumnya. Untuk komposisi aturan diperoleh nilai yaitu;

- 1) Nilai tingkat kerawanan Tidak Rawan = $\max(0,00)$
= 0,00
- 2) Nilai tingkat kerawanan Rawan = $\max(0,00)$
= 0,00
- 3) Nilai tingkat kerawanan Sangat Rawan = $\max(0,175)$
= 0,175

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan nilai komposisi aturan maka adalah menentukan batas area dan fungsi keanggotaan baru.

$$\begin{aligned}
 A51 \rightarrow \text{bawah } 0,175 &= \frac{x-70}{90-70} \\
 0,175 \times (90 - 70) &= x - 70 \\
 (0,175 \times (90 - 70)) + 70 &= x \\
 73,50 &= x
 \end{aligned}$$

$$\text{Atas} = 90$$

Sesuai dengan hasil perhitungan batas diatas, maka didapatkan persamaan baru yaitu :

$$\mu_{SangatRawan}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 70 \\ \frac{x - 70}{90 - 70}; & 70 \leq x \leq 73,50 \\ 1; & x \geq 73,50 \end{cases}$$

Disederhanakan menjadi:

$$\mu_{SangatRawan}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 70 \\ 0,05x - 3,5 & 70 \leq x \leq 73,50 \\ 1; & x \geq 73,50 \end{cases}$$

4.4.4 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan langkah terakhir dalam *fuzzy* yang bertujuan untuk mengubah hasil keluaran yang berupa himpunan *fuzzy* menjadi nilai tunggal yang lebih konkret. Dalam defuzzifikasi, nilai keanggotaan dari setiap himpunan keluaran *fuzzy* dihitung dan digunakan untuk menentukan posisi *centroid*, yaitu titik pusat himpunan keluaran.

1. Menghitung Moment

$$\begin{aligned} M1 &= \int_{70}^{73,50} (0,05z - 3,5)z dz \\ &= \int_{70}^{73,50} (0,05z^2 - 3,5z) dz \\ &= 0,0167z^3 - 1,75z^2 \Big|_{70}^{73,50} \\ &= (0,0167x(73,50)^3 - 1,75 \times (73,50)^2) - \\ &\quad (0,0167 \times (70)^3 - 1,75 \times (70)^2) \\ &= 22,152 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M2 &= \int_{73,50}^{90} (0,175)z dz \\ &= \int_{73,50}^{90} (0,175z) dz \\ &= 0,0875z^2 \Big|_{73,50}^{90} \\ &= (0,0875 \times (90)^2) - (0,0875 \times (73,50)^2) \\ &= 402,303 \end{aligned}$$

2. Mengitung luas Area

$$\begin{aligned} A1 &= \frac{\text{alasA1} \times \text{tinggi A1}}{2} = \frac{(73,50 - 70) \times 0,175}{2} \\ &= 0,306 \end{aligned}$$

$$A2 = \text{panjang A2} \times \text{lebar A2}$$

$$\begin{aligned}
 &= (90 - 73,50) \times 0,175 \\
 &= 4,638
 \end{aligned}$$

3. Deffuzzifikasi

$$\begin{aligned}
 Z^* &= \frac{M_1 + M_2}{A_1 + A_2} \\
 &= \frac{22,152 + 402,303}{0,306 + 4,638} \\
 &= 85,86
 \end{aligned}$$

4.5 Perancangan dan Pembuatan Sistem

Tahapan perancangan dan pembuatan sistem, peneliti menggunakan model *waterfall*. Pengembangan sistem menggunakan *waterfall* dimulai dengan menentukan analisis kebutuhan, *design* sistem, implementasi design yang telah dibuat kedalam program, dan tahap yang terakhir adalah pengujian sistem. Penulis dalam mengembangkan sistem ini menggunakan beberapa *tools* seperti *framework laravel* dan bahasa pemrograman *php*. Dibawah merupakan rincian dari pengembangan sistem yang dibuat oleh penulis.

4.5.1 Requirment Analysis

Tahapan ini adalah tahapan dimana penulis melakukan analisis terhadap semua kebutuhan mengenai sistem yang akan dibuat. Kebutuhan sistem terbagi menjadi dua kategori, yaitu kebutuhan nonfungsional dan kebutuhan fungsional. Untuk lebih lanjut berikut merupakan analisis kebutuhan pada sistem ini;

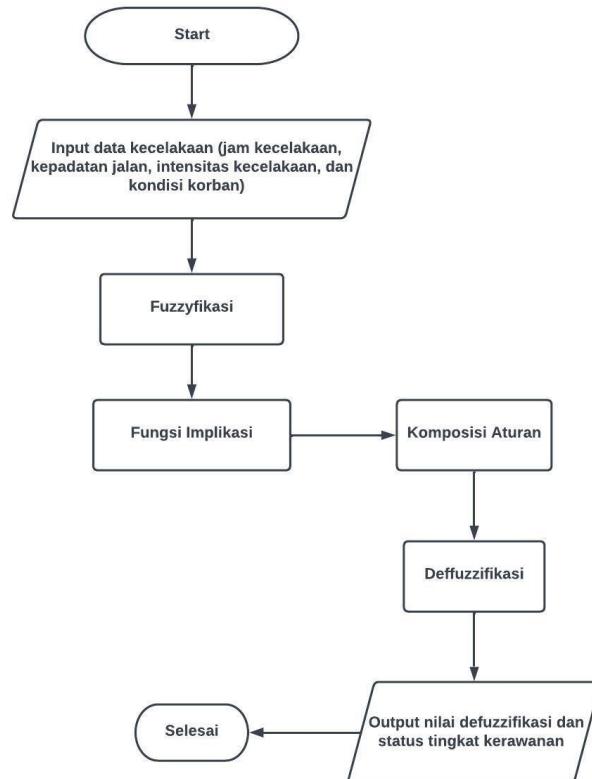
- a. Kebutuhan Fungsional
 - a. Sistem dapat mengolah data jalan .
 - b. Sistem dapat mengolah data kecelakaan.
 - c. Sistem dapat melakukan perhitungan kerawanan kecelakaan.
 - d. Sistem dapat menampilkan perhitungan kerawanan kecelakaan.
- b. Kebutuhan Non Fungsional
 - 1) Sistem dilengkapi dengan fitur autentikasi.
 - 2) Penulis menggunakan sistem operasi windows 11.

- 3) Kebutuhan RAM 8 GB.
- 4) Prosesor Intel i5

4.5.2 *Design System*

Tahap *design sistem* penulis melakukan perancangan sistem sesuai dengan tahap sebelumnya yaitu analisis kebutuhan. Tahap ini bertujuan untuk mengenali design sistem awal sebelum masuk kedalam tahap implementasi. Perancangan design sistem di sesuaikan dengan analisis kebutuhan, tampilan sistem di rancang dengan sesederhana dan semenarik mungkin sehingga dapat memudahkan pengguna dalam mengoperasikan sistem. Dibawah ini merupakan design sistem yang dibuat oleh penulis yang meliputi *flowchart* sistem hingga *design interface*.

- a. *Flowchart* perhitungan pada sistem menggunakan metode *fuzzy mamdani*



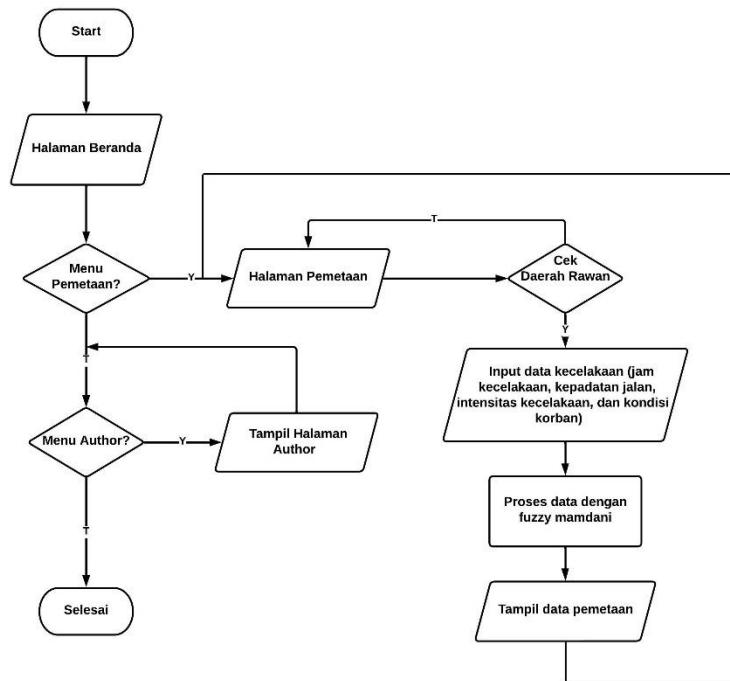
Gambar 4.5 Flowchart Perhitungan Sistem

Gambar 4.5 merupakan flowchart perhitungan pada sistem yang menggunakan metode *fuzzy mamdani*. Proses dimulai dengan menginputkan data yang berupa jam kecelakaan, kondisi jalan, kondisi lingkungan, dan kondisi kecelakaan. Setelah memberikan input, dilanjutkan dengan proses *fuzzyifikasi*, sistem inferensi, komposisi aturan dan *defuzzifikasi*. Pada tahap akhir akan ditampilkan hasil dari perhitungan.

b. Flowchart Sistem

Sistem yang telah dibuat oleh penulis mempunyai dua alur dalam pengoperasiannya, yaitu alur untuk user dan alur yang digunakan oleh admin. Proses alur kerja masing – masing hak akses digambarkan dalam sebuah alur flowchart yaitu:

1) Flowchart User

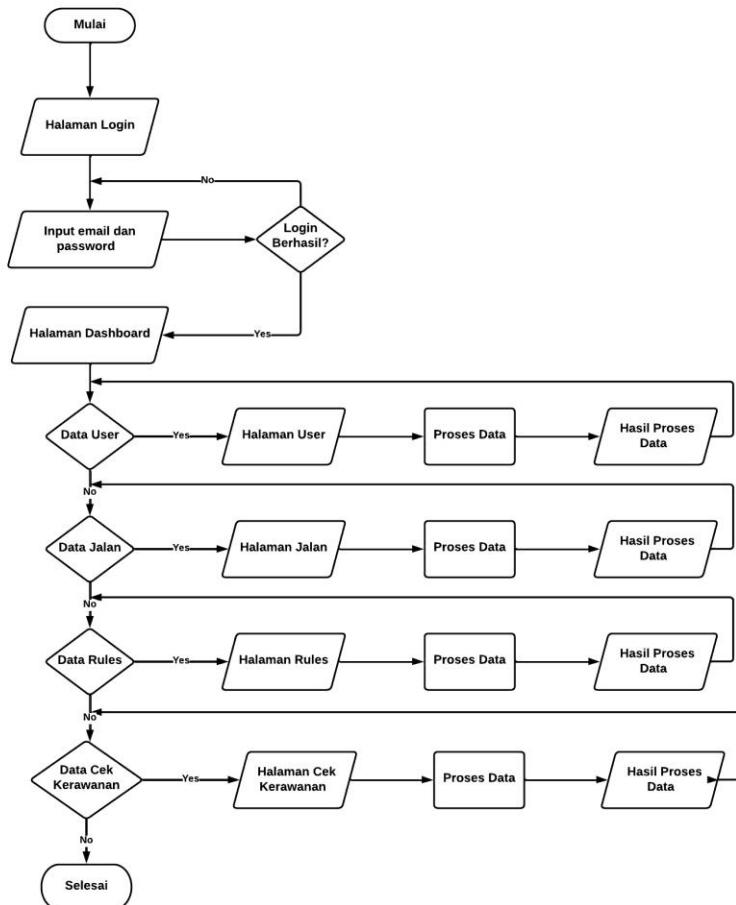


Gambar 4.6 Flowchart Sistem (user)

Gambar 4.6 merupakan gambaran dari alur user. *Flowchart* diatas merupakan gambaran fitur mana saja yang dapat diakses oleh *user* dalam sistem.

Pada akses *user*, pada *menu* pemetaan saja dimana *user* berinteraksi dengan *database*.

2) Flowchart Admin



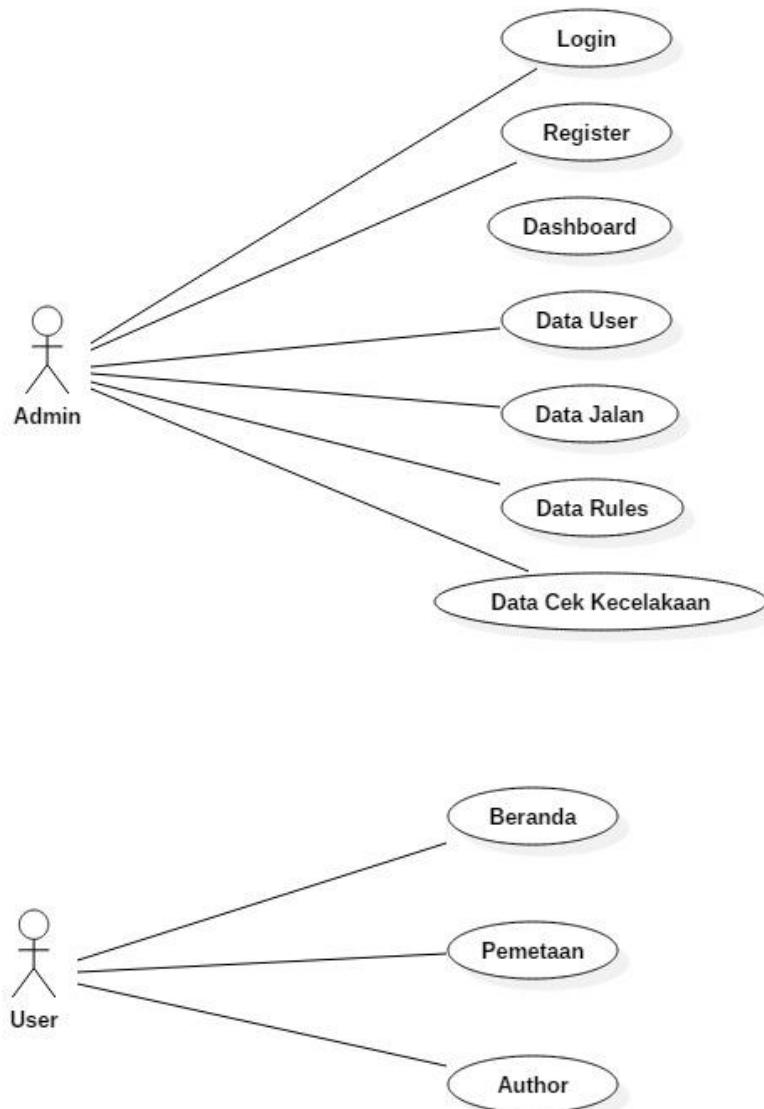
Gambar 4.7 Flowchart Sistem (admin)

Gambar 4.7 adalah gambar dari *flowchart admin*. *Flowchart* di atas mengambarkan akses yang dijangkau oleh *admin*. Admin bisa melakukan proses data yang berupa penambahan data, mengubah data, melihat detail data, dan menghapus data.

c. Usecase Diagram

Usecase diagram adalah sebuah penggambaran hubungan antara satu aktor atau lebih dengan sebuah sistem. Permodelan *usecase diagram* memperlihatkan

aktivitas secara urut yang dilakukan oleh pengguna terhadap sistem. Dibawah ini adalah gambar dari *usecase diagram* yang dibuat oleh penulis.

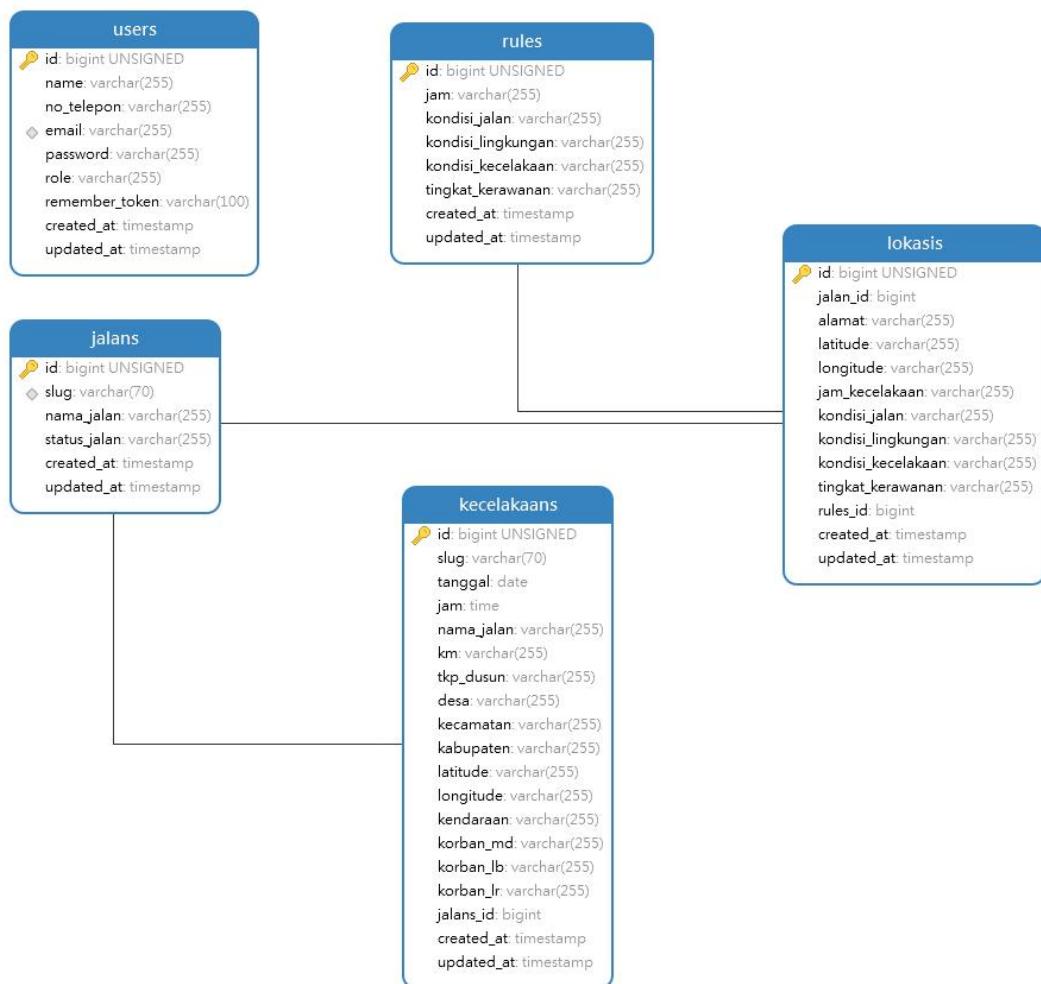


Gambar 4.8 Use Case Diagram

Gambar 4.8 atas merupakan *usecase diagram* dari sistem informasi geografis pemetaan daerah rawan kecelakaan menggunakan metode *fuzzy mamdani*.

d. Perancangan *database*

Perancangan *database* merupakan tahap yang sangat penting dalam sebuah pengembangan *website*. Database menampung atau menyimpan *input* dan *output* yang dilakukan oleh sistem. Dalam *database* pemrosesan data dapat dilakukan dengan cepat, selain itu penggunaan *database* juga dapat menghindari redundansi atau data yang sama. Dibawah ini merupakan *design database* yang telah dirancang oleh penulis.



Gambar 4.9 Database

Gambar 4.9 merupakan gambar dari tabel yang digunakan oleh penulis dalam membangun sistem infromasi pemetaan daerah rawan kecelakaan. Untuk penjelasan lebih lanjut mengenai database yaitu :

1) Tabel *User*

Tabel *user* digunakan untuk menampung atau menyimpan data *user* yang ada pada sistem. Pada tabel ini juga penulis mengatur hak akses yang diberikan kepada masing – masing *user/pengguna*.

2) Tabel Jalan

Tabel jalan merupakan tabel yang berisi data jalan yang digunakan pada sistem ini. Pada tabel jalan juga menampung value yang memberikan informasi apakah jalan tersebut masuk kedalam jalan luar kota atau jalan dalam kota.

3) Tabel Rules

Tabel rules berisi rules atau aturan – aturan yang nantinya akan digunakan sebagai pemrosesan data dalam metode *fuzzy mamdani*.

4) Tabel Lokasi

Tabel lokasi merupakan tabel yang menampung data pemrosesan data perhitungan *fuzzy mamdani*. Selain menampung data perhitungan, tabel lokasi juga menampung informasi umum mengenai titik kecelakaan.

e. *Design Interface*

Tahap ini penulis melakukan desain tampilan secara umum yang nantinya akan di implemantasi kedalam program. Pembuatan *design interface* atau *wireframe* menggunakan tools *whimsical*. Dibawah ini merupakan rancangan tampilan yang telah dibuat oleh penulis.

1) Wireframe login

The wireframe shows a top navigation bar with three dots and the word 'Login'. Below it is a large rectangular form area. Inside the form, the word 'Login' is centered at the top. Below it is a sub-instruction: 'Masukkan email dan password anda untuk masuk'. There are two input fields: 'Email Address' and 'Password', each with a placeholder text box and a separate password field. A blue 'Login' button is positioned below the password field. At the bottom of the form, there is a link 'Belum Punya Akun? [Registrasi](#)'.

Gambar 4.10 Wireframe Login

Gambar 4.10 merupakan wireframe dari halaman *login*. Halaman ini digunakan apabila *user* ingin masuk kedalam *dashboard* atau halaman *admin*.

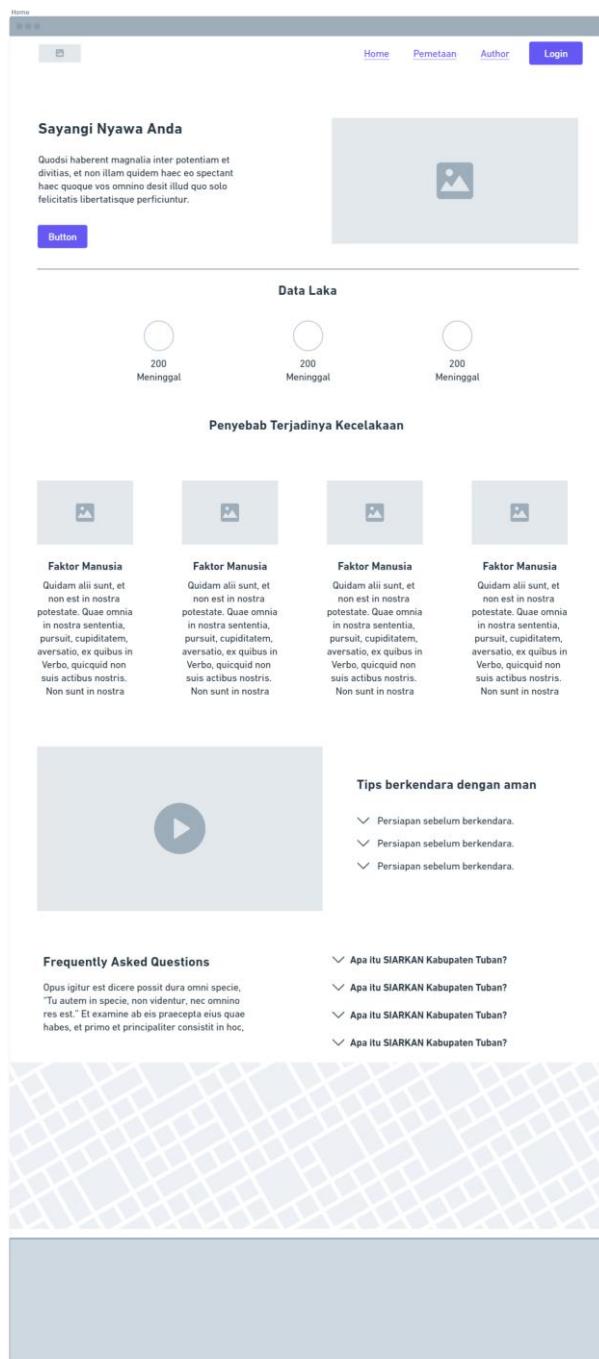
2) Wireframe Register

The wireframe shows a top navigation bar with three dots and the word 'Registrasi'. Below it is a large rectangular form area. Inside the form, the word 'Register' is centered at the top. Below it is a sub-instruction: 'Belum Punya Akun? Buat akun anda sekarang'. There are four input fields: 'Nama Lengkap', 'Email Address', 'Password', and 'Confirm Password', each with a placeholder text box and a separate password field. A blue 'Login' button is positioned below the 'Confirm Password' field. At the bottom of the form, there is a link 'Belum Punya Akun? [Registrasi](#)'.

Gambar 4. 11 Wireframe Register

Gambar 4.11 diatas adalah wireframe dari halaman register. Tampilan halaman register di rancang dengan simpel dengan inputan yang mudah guna untuk mempermudah user.

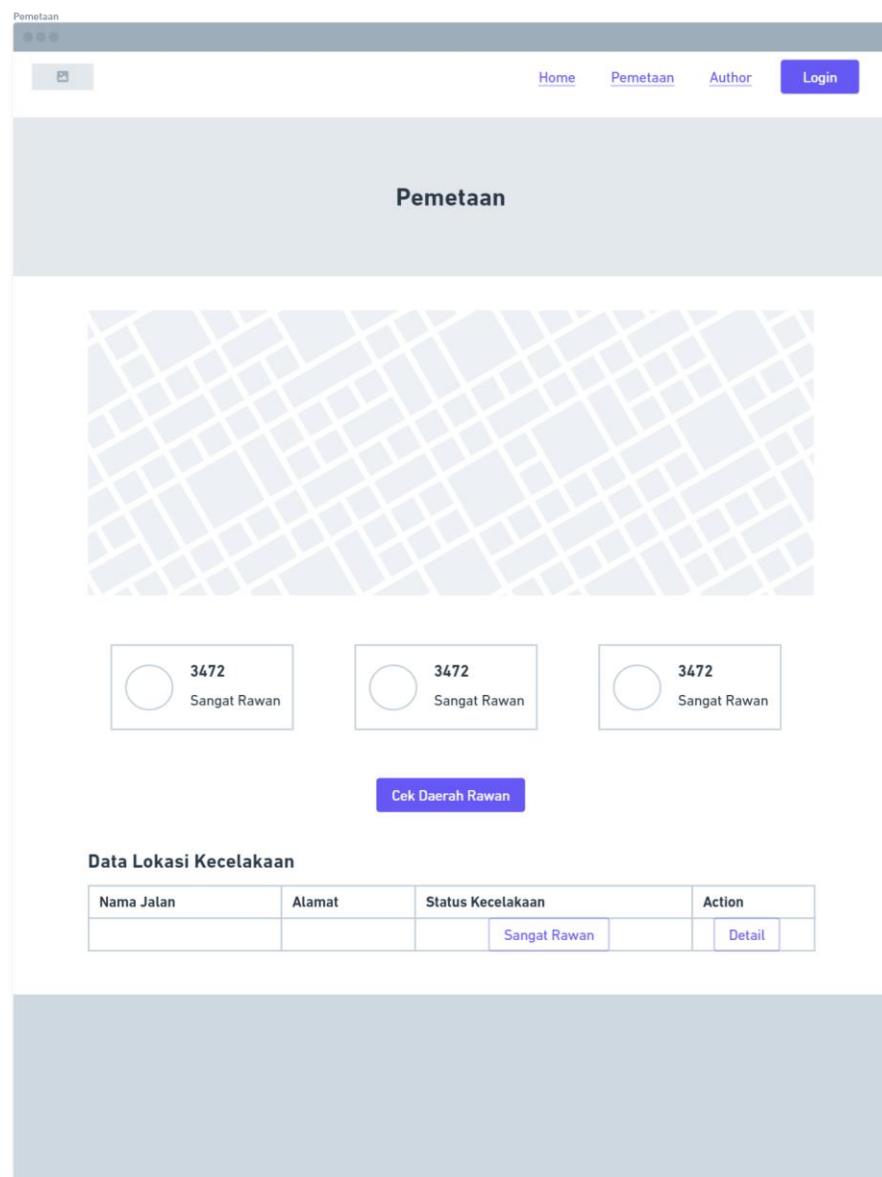
3) Wireframe Home / halaman utama



Gambar 4. 12 Wireframe Beranda

Gambar 4.12 merupakan wireframe dari halaman home. Halaman *home* akan tampil pertama kali saat user membuka *website*. Tampilan *home* di rancang dengan *design* yang interaktif dan menarik.

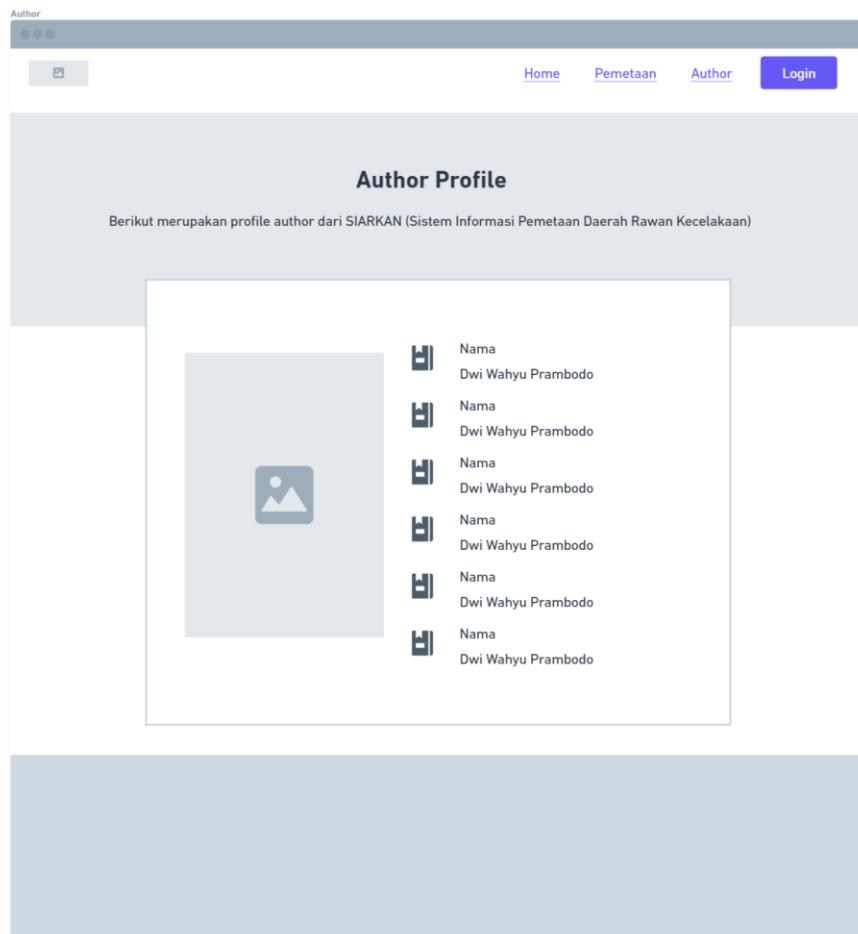
4) Wireframe Pemetaan (user)



Gambar 4.13 Wireframe Pemetaan

Gambar 4.13 merupakan *wireframe* dari halaman pemetaan. Halaman ini berisi peta dan data yang menampilkan hasil dari pemetaan oleh sistem. Design halaman pemetaan dirancang mudah difahami oleh user.

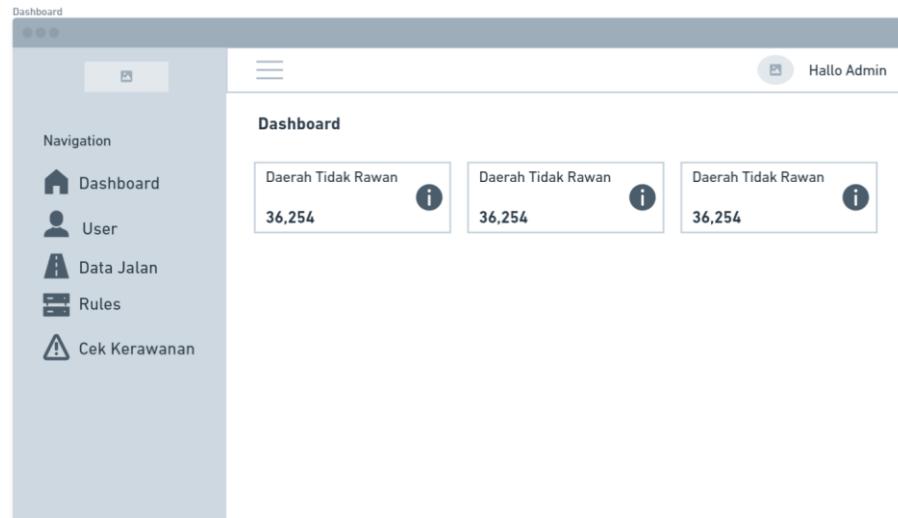
5) *Wireframe Author (user)*



Gambar 4. 14 *Wireframe Author*

Gambar 4.14 merupakan *wireframe* dari halaman *author*. Halaman ini berisi informasi mengenai penulis.

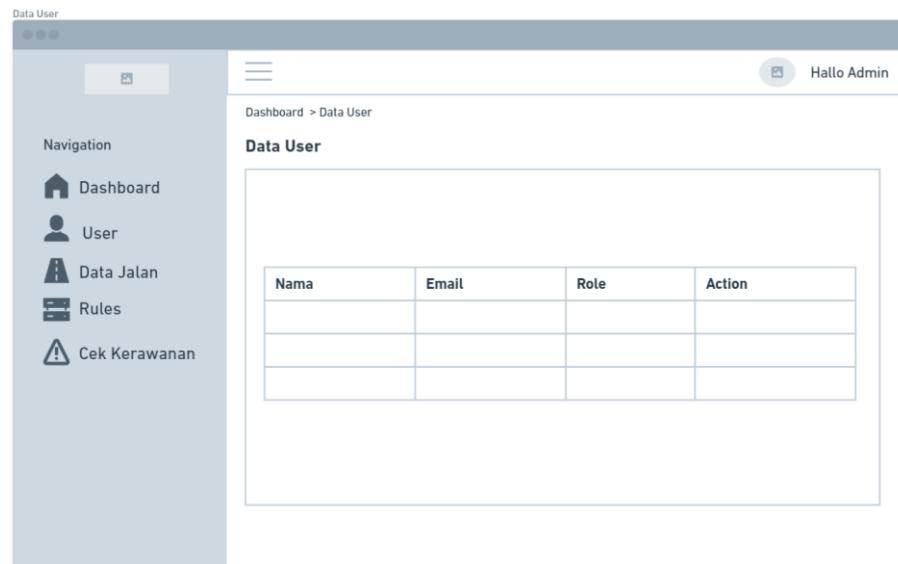
6) Wireframe Dashboard (admin)



Gambar 4. 15 Wireframe Dashboard (admin)

Gambar 4.15 merupakan halaman *dashboard (admin)*. Halaman ini merupakan halaman awal yang muncul saat *user* berhasil *login*.

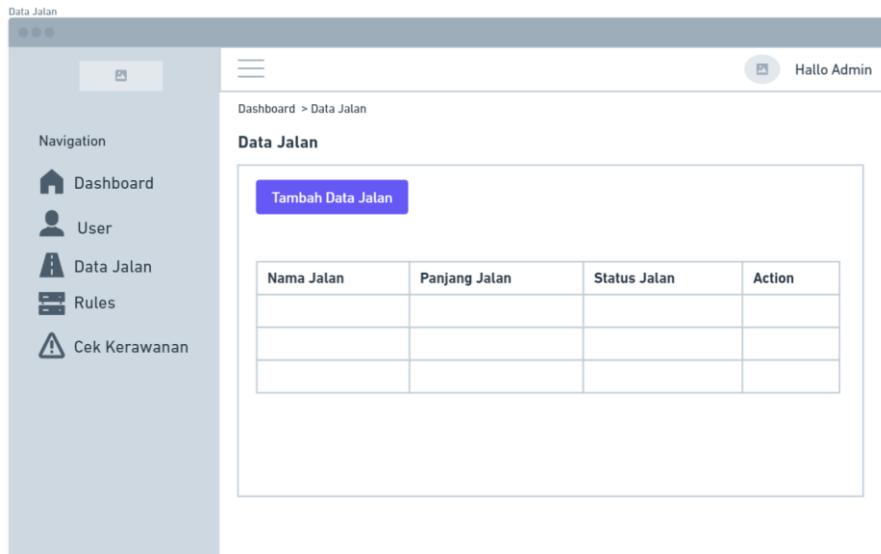
7) Wireframe user (admin)



Gambar 4. 16 Wireframe User (admin)

Gambar 4.16 merupakan *wireframe* dari halaman *user*. Halaman ini berisi data *user*, dan *admin* bisa mengubah dan menghapus data.

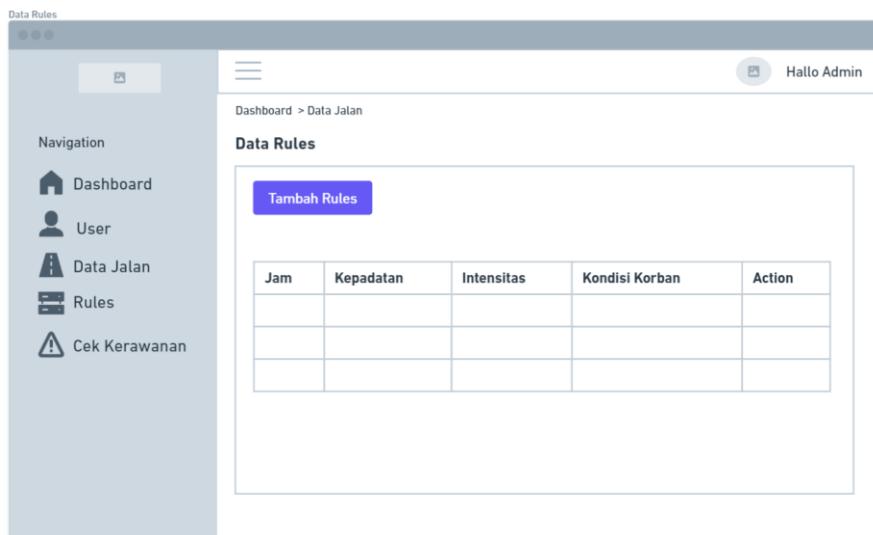
8) Wireframe Jalan (admin)



Gambar 4. 17 Wireframe Jalan (admin)

Gambar 4.17 merupakan *wireframe* dari halaman jalan. Halaman tersebut mengolah data mengenai data jalan. Pada halaman ini admin bisa menambahkan, mengubah, dan menghapus data.

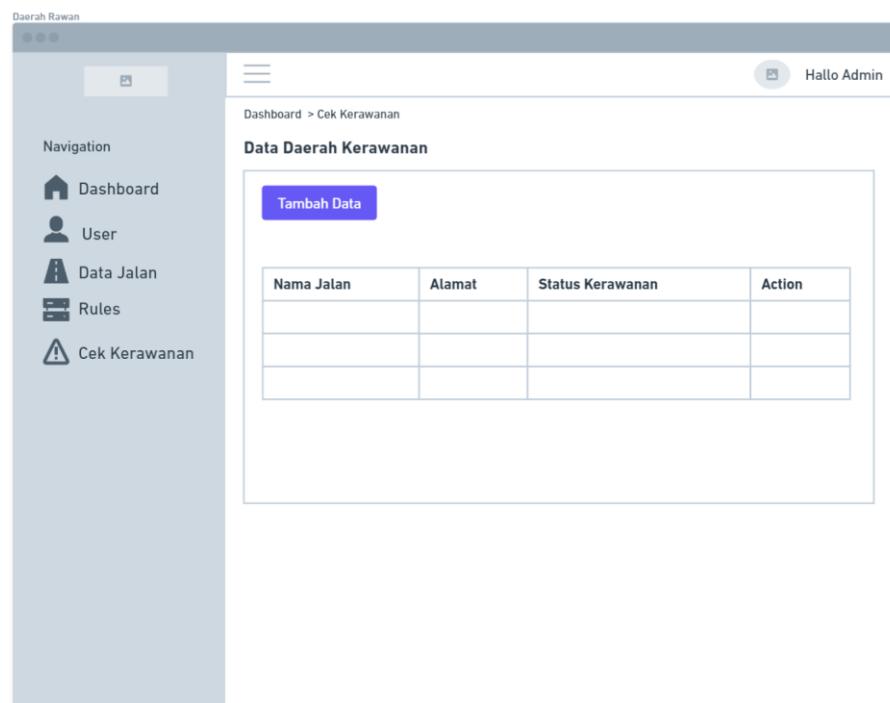
9) Wireframe Rules (admin)



Gambar 4. 18 Wireframe Rules (admin)

Gambar 4.18 adalah *wireframe* dari halaman *rules*. Halaman ini mengolah data *rules*, yaitu data yang digunakan untuk perhitungan kerawanan.

10) *Wireframe* Daerah Cek Kerawanan (*admin*)



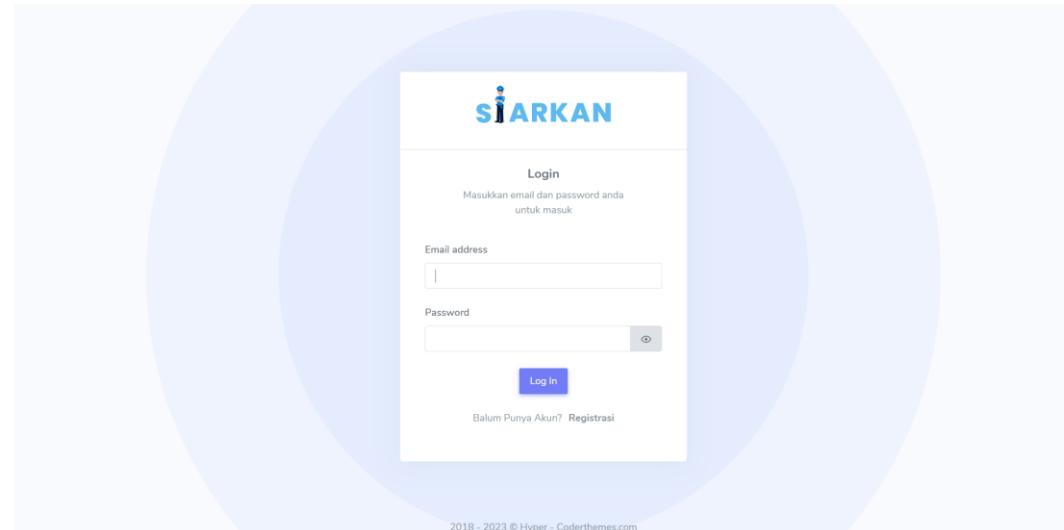
Gambar 4. 19 *Wireframe* Cek Kerawanan (*admin*)

Gambar 4.19 merupakan wireframe dari halaman cek kerawanan. Pada halaman ini admin dapat menambah data (sekaligus mengecek daerah rawan), dapat melihat detail data yang telah dihitung, dan menhapus data.

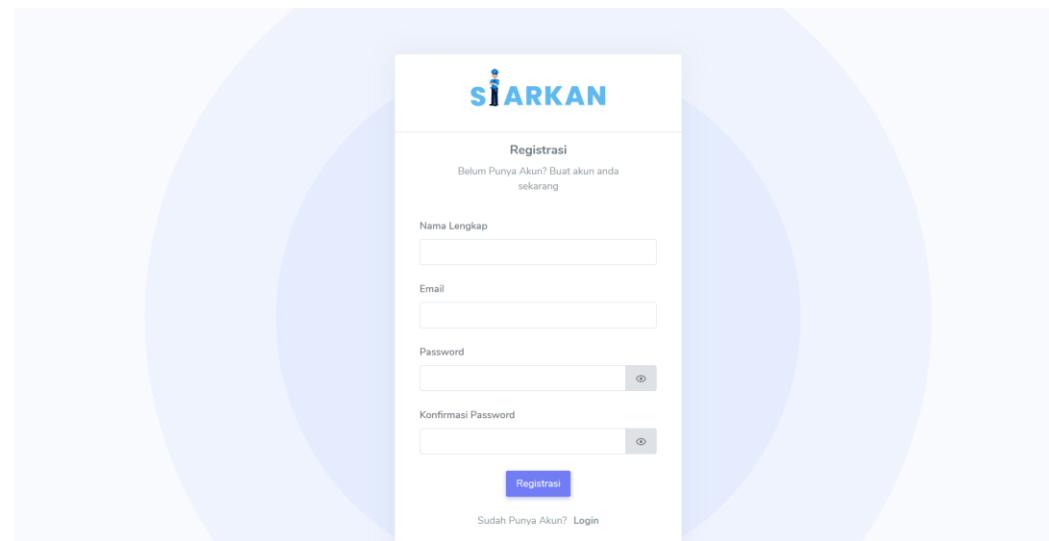
4.5.3 *Implementation*

Tahap implemantasi merupakan tahap yang merubah rangangan tampilan dan menerjemahkannya kedalam bahasa pemrograman. Implementasi kedalam program ini penulis menggunakan *framework laravel* yang di kombinasikan dengan *bootstrap* untuk menghasilkan tampilan yang menarik. Selain itu, dalam proses mengolah data penulis juga menggunakan metode *fuzzy mamdani*. Dibawah ini merupakan hasil dari implementasi yang telah dibuat oleh penulis.

1) Tampilan *login* dan *register*



Gambar 4. 20 Tampilan *Login*



Gambar 4. 21 Tampilan *Register*

Gambar diatas 4.20 dan 4.21 merupakan implementasi dari halaman *login* dan *register*. Halaman *login* berfungsi sebagai *authentication* atau sebagai pengecekan apakah *user* tersebut memiliki akses atau tidak kedalam sistem. *User*

harus memasukkan *email* dan *password*, jika sesuai maka *user* bisa mengakses halaman *dashboard*. Pada halaman *register* digunakan untuk mendaftar apabila user belum memiliki akun, user harus memasukkan nama, *email*, dan *password*.

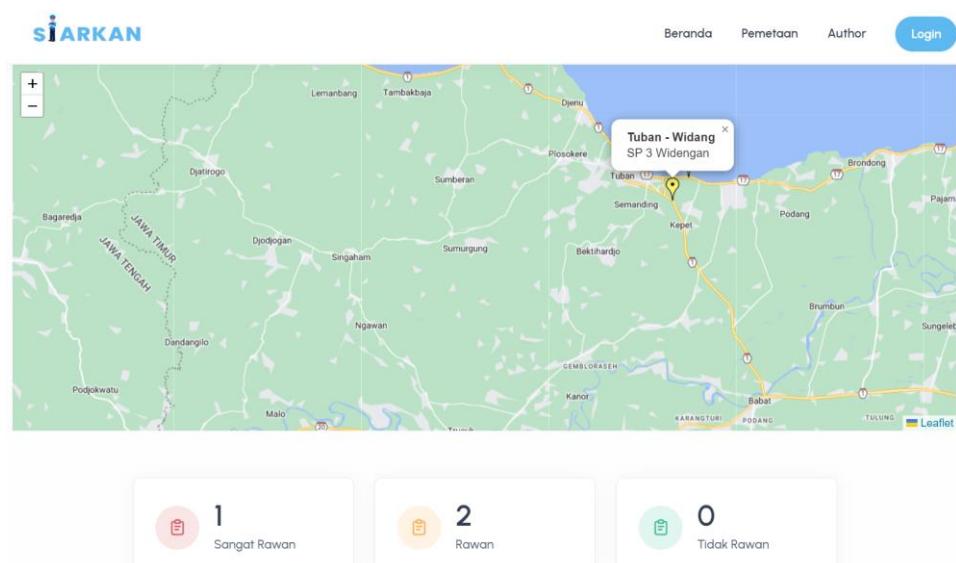
2) Tampilan Home / halaman utama



Gambar 4. 22 Tampilan Beranda

Gambar 4.22 diatas merupakan tampilan halaman *home*. Halaman *home* memuat informasi-informasi penting mengenai kesadaran berkendara dengan tertib. Informasi yang dimuat berupa ilustrasi, kata – kata, dan *video* himbauan.

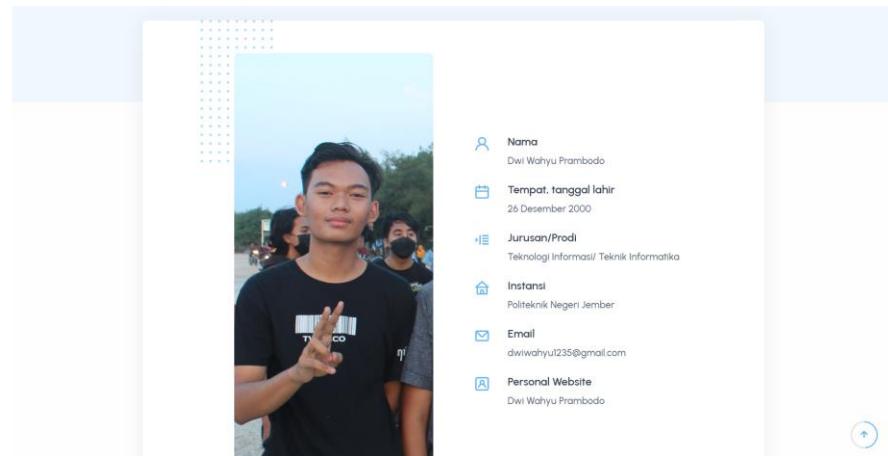
3) Tampilan Pemetaan (*user*)



Gambar 4. 23 Tampilan Pemetaan

Halaman pemetaan merupakan halaman yang berisi hasil dari perhitungan pemetaan yang telah di inputkan sebelumnya oleh admin maupun oleh user. Halaman ini memuat meta dan tabel yang berisi data pemetaan titik – titik kerawanan kecelakaan. Pada halaman ini user juga bisa mengecek daerah rawan dengan memasukkan inputan yang sesuai dengan form. Lebih jelas mengenai halaman ini dapat di lihat pada Gambar 4.23.

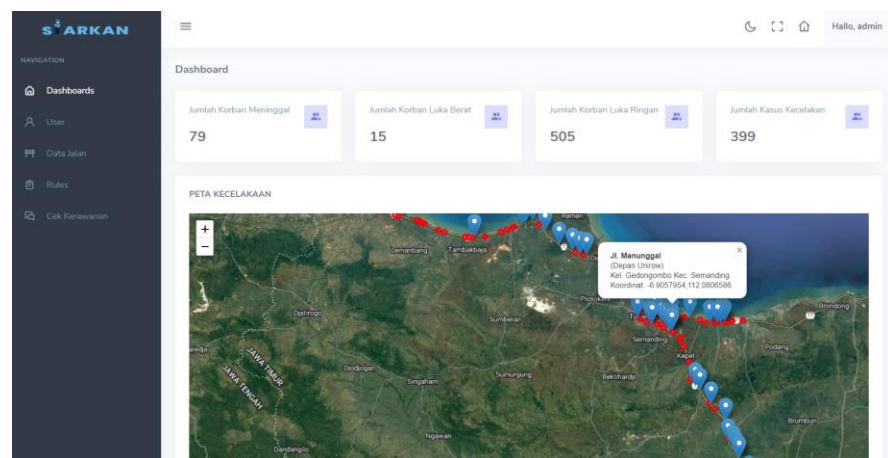
4) Tampilan *Author* (*user*)



Gambar 4. 24 Tampilan *Author*

Gambar 4.24 merupakan tampilan dari halaman *author*. Halaman ini memuat informasi mengenai penulis, baik dari nama, tempat tanggal lahir, hingga website pribadi penulis.

5) Tampilan *Dashboard* (*admin*)



Gambar 4. 25 Tampilan *Dashboard* (*admin*)

Halaman *dashboard* merupakan halaman yang pertama kali muncul apabila *user* berhasil *login*. Pada halaman ini berisi jumlah data dari hasil pemetaan. Selain itu pada sebelah kiri halaman terdapat menu sidebar yang berisi link untuk menuju kehalaman lain. lebih jelas mengenai halaman dashboard dapat dilihat pada Gamber 4.25.

6) Tampilan *User (admin)*

No	Nama	Email	Role	Action
1	wahyu@gmail.com	wahyu@gmail.com	User	<button>Edit</button> <button>Delete</button>
2	admin	admin@gmail.com	ADMIN	<button>Edit</button> <button>Delete</button>
Showing 1 to 2 of 2 entries				

Gambar 4. 26 Tampilan *User(admin)*

Gambar 4.26 merupakan halaman user. Halaman tersebut berfungsi untuk mengontrol *user* yang dapat mengakses *website*, khususnya untuk mengakses halaman *dashboard* atau *admin*. Halaman ini memiliki aksi untuk mengubah data dan menghapus data.

7) Tampilan Jalan (admin)

No	Nama Jalan	Status Jalan	Action
1	Tuban - Bancar	Luar Kota	<button>Edit</button> <button>Delete</button> <button>Kecelakaan</button>
2	Tuban - Widang	Luar Kota	<button>Edit</button> <button>Delete</button> <button>Kecelakaan</button>
3	Tuban - Palang	Luar Kota	<button>Edit</button> <button>Delete</button> <button>Kecelakaan</button>
4	Pahlawan	Luar Kota	<button>Edit</button> <button>Delete</button> <button>Kecelakaan</button>
5	Hos Cokroaminoto	Luar Kota	<button>Edit</button> <button>Delete</button> <button>Kecelakaan</button>
6	Manunggal	Luar Kota	<button>Edit</button> <button>Delete</button> <button>Kecelakaan</button>

Gambar 4. 27 Tampilan Jalan(*Admin*)

Halaman di atas merupakan halaman yang berfungsi untuk mengelola data jalan. Pada halaman ini user yang sudah login bisa melakukan aksi menambah data jalan, mengubah data jalan, dan menghapus data jalan. Untuk lebih jelas dapat di lihat pada Gambar 4.27.

8) Tampilan *Rules (admin)*

No	Jam Kecelakaan	Kondisi Jalan	Kondisi Lingkungan	Kondisi Kecelakaan	Tingkat Kerawanan	Action
1	Dini	Lurus	Lengang	Ringan	Tidak Rawan	<button>Edit</button> <button>Delete</button>
2	Dini	Lurus	Lengang	Sedang	Tidak Rawan	<button>Edit</button> <button>Delete</button>
3	Dini	Lurus	Lengang	Berat	Rawan	<button>Edit</button> <button>Delete</button>
4	Dini	Lurus	Ramai	Ringan	Tidak Rawan	<button>Edit</button> <button>Delete</button>
5	Dini	Lurus	Ramai	Sedang	Rawan	<button>Edit</button> <button>Delete</button>
6	Dini	Lurus	Ramai	Berat	Rawan	<button>Edit</button> <button>Delete</button>

Gambar 4. 28 Tampilan *Rules(admin)*

Gambar 4.28 merupakan tampilan dari halaman *rules*. Halaman ini berisi *rules* atau aturan yang nantinya digunakan dalam perhitungan *fuzzy mamdani*. Admin atau user yang memiliki akses dapat menambahkan data *rules*, mengubah *rules*, dan menghapus data *rules*.

9) Tampilan Daerah Rawan (admin)

No	Nama Jalan	Alamat	Status Kerawanan	Action
1	Tuban - Widang	SP 3 Widangan	Rawan	<button>Edit</button> <button>Delete</button>
2	Tuban - Palang	gang tudung musuh	Rawan	<button>Edit</button> <button>Delete</button>
3	Tuban - Bancar	simpang 3 smp	Sangat Rawan	<button>Edit</button> <button>Delete</button>

Gambar 4. 29 Tampilan Cek Kerawanan(admin)

Gambar 4.29 di atas adalah tampilan dari halaman cek kerawanan. Halaman ini memuat data dari hasil pengecekan kerawanan. Pada halaman ini *admin* atau *user* yang memiliki akses dapat menambahkan data sekaligus melakukan pengecekan daerah rawan dengan memasukkan beberapa inputan, melihat detail dari perhitungan data yang menggunakan metode *fuzzy mamdani*, dan menghapus data.

4.5.4 Testing

Tahap selanjutnya dalam *waterfall* adalah melakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat. Dalam pengujian sistem ini penulis menggunakan metode *User Acceptance Testing* (UAT). Tujuan diadakannya pengujian adalah untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dan diimplementasikan sudah sesuai dan bisa serta mampu untuk digunakan secara optimal. Nilai *User Acceptance Testing* (UAT) diperoleh dan dihitung dengan menghitung setiap poin dan dengan bobot yang telah ditentukan, untuk bobot dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Bobot Jawaban UAT

Kode	Jawaban	Bobot
A	Sangat Mudah/ Sangat Bagus/ Sangat Sesuai/ Sangat Jelas	4
B	Mudah/ Bagus/ Sesuai/ Jelas	3
C	Cukup Sulit/ Cukup Bagus/ Cukup Sesuai/ Cukup Jelas	2
D	Sangat Sulit/ Jelek/ Tidak Sesuai/ Tidak Jelas	1

Sumber : (Mariyani dkk, 2022)

Proses dalam pengujian UAT setelah mendapatkan skor jawaban dari pengujian adalah menentukan nilai uat tersebut dengan menggunakan rumus yaitu :

$$\text{Nilai UAT} = \frac{\text{Jumlah jawaban} \times \text{Bobot Jawaban}}{\text{Jumlah responden}}$$

Nilai UAT yang telah didapatkan selanjutnya diperlukan untuk mengitung persentase untuk mengetahui keberhasilan dan manfaat dari sistem yang telah

dikembangkan. Nilai presentase didapatkan dari membagi nilai uat dengan skor ideal dan kemudian dikalikan 100%.

$$P = \left(\frac{\sum x}{\sum x_i} \right) \times 100\%$$

Keterangan

P = Persentase

Σx = jumlah skor keseluruhan jawaban responden

Σx_i = jumlah skor tertinggi x jumlah item x jumlah responden

Dari nilai presentase yang telah di dapatkan pada setian pertanyaan. Langkah berikutnya adalah rata-rata dari pertanyaan yang ada. Lebih lanjut mengenai hasil dari pengujian *User Acceptance Testing* (UAT) dapat di lihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian UAT

No.	Pertanyaan	4	3	2	1	JML	Rata-Rata	%
1	Apakah sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan yang telah digunakan dapat dioperasikan dengan mudah ?	3*4	2*3	0*2	0*1	18	3.6	72.00%
2	Apakah sistem merespon dengan cepat ketika dilakukan proses pengolahan data ?	2*4	2*3	1*2	0*1	18	3.6	72.00%
3	Apakah sistem dapat membantu dalam mengolah data kecelakaan ?	3*4	2*3	0*2	0*1	21	4.2	84.00%

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian UAT (lanjutan)

No.	Pertanyaan	4	3	2	1	JML	Rata-Rata	%
4	Apakah proses pengolahan data dapat berjalan dengan baik ?	3*4	2*3	0*2	0*1	21	4.2	84.00%
5	Apakah sistem menampilkan data dengan baik ?	3*4	2*3	0*2	0*1	21	4.2	84.00%
6	Apakah menu-menu pada sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan ini mudah dipahami ?	5*4	0*3	0*2	0*1	25	5	100.00%
7	Apakah hasil pemetaan sesuai ?	2*4	2*3	1*2	0*1	18	3.6	72.00%
8	Apakah sistem mempunyai tampilan yang mudah dipahami ?	5*4	0*3	0*2	0*1	25	5	100.00%
9	Apakah halaman hasil pemetaan yang ditampilkan bisa dibaca dengan baik ?	4*4	1*3	0*2	0*1	23	4.6	92.00%
10	Apakah penempatan tombolnya sesuai ?	4*4	1*3	0*2	0*1	23	4.6	92.00%
Rata – Rata 85.20%								

Hasil dari nilai presentase pengujian pertanyaan 1 sampai dengan 10 kemudian dilakukan rata – rata. Nilai yang di dapatkan dalam pengujian uat ini adalah sebesar 85,20%. Untuk detail dari hasil pengujian uat dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.6 Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah melakukan perbandingan antara perhitungan manual yang dibuat di *excel* dan perhitungan yang dilakukan oleh sistem dan matlab. Hasil akhir perhitungan adalah berupa nilai kerawanan, nilai tersebut akan masuk kedalam derajar keanggotaan yang telah dibuat sebelumnya yang sesuai dengan variabel *output*. Variabel *output* dalam sistem ini adalah tingkat kerawanan yang terdiri dari 3 himpunan, yaitu himpunan tidak rawan, himpunan rawan, dan himpunan sangat rawan. Detail pengujian dapat di lihat pada Tabel 4.4 dan tabel 4.5.

Tabel 4. 4 Hasil Uji Validitas

No	Jam	Kondisi Jalan	Kondisi Lingkungan	Kondisi Kecelakaan	Excel	Matlab	Sistem
1.	12.3	2	2	2	50	50	50
2.	4.3	1	2	3	50	50	50
3.	20	2	3	3	14.2	13.9	86.6
4.	16.25	3	3	3	82.5	87.9	87.7
5.	9.3	2	1	2	50	50	50
6.	6.3	3	2	3	80.5	85.7	14.8
7.	11	1	1	3	81.6	86.9	50
8.	7	1	3	2	50	50	14.2
9.	13	2	2	3	81.6	86.9	14.2
10.	10.3	3	1	1	13.6	13.4	13.6
11.	13	2	3	3	81.6	86.9	14.2
12.	19.3	2	2	1	14.5	14.2	14.5
13.	18.2	3	3	1	50	50	50
14.	2.2	3	3	2	82.7	88.1	87.9
15.	14	2	1	2	50	50	50
16.	19.3	2	2	1	14.5	14.2	14.5
17.	22.3	2	3	3	13.3	13	13.3
18.	6.15	3	2	2	14.9	14.5	50

Tabel 4. 4 Hasil Uji Validitas (lanjutan)

No	Jam	Kondisi	Kondisi	Kondisi	Excel	Matlab	Sistem
		Jalan	Lingkungan	Kecelakaan			
19.	15.3	3	1	3	83.3	89.1	88.9
20.	23	1	3	1	13	12.8	13

Tabel 4. 5 Hasil Uji Standart Error

No.	Nilai Error	
	Manual	Sistem
1	0.00%	0.00%
2	0.00%	0.00%
3	2.11%	2.11%
4	6.14%	6.14%
5	0.00%	0.00%
6	6.07%	6.07%
7	6.10%	6.10%
8	0.00%	0.00%
9	6.10%	6.10%
10	1.47%	1.47%
11	6.10%	6.10%
12	2.07%	2.07%
13	0.00%	0.00%
14	6.13%	6.13%
15	0.00%	0.00%
16	2.07%	2.07%
17	2.26%	2.26%
18	2.68%	2.68%
19	6.51%	6.51%
20	1.54%	1.54%

Tabel diatas merupakan hasil uji akurasi sistem yang telah dilakukan oleh penulis. Hasil dari uji validitas didapatkan error dengan rata – rata akurasi adalah sebesar 97%. Uji nilai error pada sistem dan perhitungan manual mendapatkan nilai sama pada semua perhitungan dan error terhadap matlab memiliki rata – rata *error* sebesar 3%. Perhitungan manual (excel) dapat di lihat pada Lampiran 4.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan mengenai pemetaan daerah rawan kecelakaan di Kabupaten Tuban menggunakan metode fuzzy mamdani diperoleh kesimpulan yaitu :

- a. Penulis berhasil menerapkan metode fuzzy mamdani untuk memetakan daerah rawan kecelakaan. Pemetaan didasarkan dari 4 parameter yaitu jam kecelakaan, kondisi jalan, kondisi lingkungan, dan kondisi kecelakaan. Output pemetaan yang dihasilkan adalah klasifikasi daerah yang berupa derah tidak rawan, rawan, dan sangat rawan. Hasil pengujian validitas yang membandingkan perhitungan manual excel, perhitungan sistem, dan perhitungan matlab memiliki akurasi rata – rata sebesar 97%. Sedangkan mengujian nilai error sistem dan manual excel terhadap perhitungan matlab memiliki rata – rata nilai error sebesar 2.9%.
- b. Melalui penelitian ini, penulis berhasil membangun pemetaan daerah rawan kecelakaan yang berbasis web gis. Hasil pengujian sistem dengan menggunakan metode UAT didapatkan hasil presentase akhir dengan jumlah 85,20%.

5.2 Saran

- a. Pembuatan parameter bisa ditambahkan dan lebih spesifik berdasarkan kondisi yang ada guna untuk mendapatkan hasil sistem yang lebih baik.
- b. Sistem informasi geografis pemetaan daerah rawan kecelakaan di Kabupaten Tuban menggunakan metode fuzzy mamdani yang menghasilkan output berupa website dapat dikembangkan lebih lanjut dengan sistem yang berbasis mobile dengan penambahan fitur – fitur yang dapat mempermudah pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Y., Pasha, D. and Damayanti Setiawan, A. (2020) ‘Sistem Informasi Penjualan Sepeda Berbasis Web Menggunakan Framework Codeigniter (Studi Kasus : Orbit Station)’, *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*, 1(2), pp. 64–70.
- Bakir, H. (2019) ‘Implementasi Fuzzy Mamdani Untuk Evaluasi Lahan Garam Rakyat Berbasis Webgis Di Pamekasan’, *NJCA (Nusantara Journal of Computers and Its Applications)*, 4(1), pp. 52–57. doi: 10.36564/njca.v4i1.104.
- Bakti, I. R., Bunda, Y. P. and Utari, C. T. (2021) ‘Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis (Sig) Lokasi Praktek Kerja Industri (Prakerin) Smk Methodist Medan Berbasis Web’, *Rabit : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, 6(1), pp. 1–6. doi: 10.36341/rabit.v6i1.1505.
- BPS Kabupaten Tuban (2019) ‘Kabupaten Tuban Dalam Angka 2019’, pp. vii–318. Available at: <http://tubankab.bps.go.id>.
- Christian, A., Ariani, F. and Informatika, T. (2018) ‘RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PEMINJAMAN PERANGKAT DEMO VIDEO CONFERENCE BERBASIS WEB DENGAN METODE’, 14(1), pp. 131–136.
- Edi Surya Negara, Romindo, Rahman Tanjung, Nofitri Heriyani, Janner Simarmata, Jamaludin, Tri Andi Eka Putra, Eko Sudarmanto, Andriasan Sudarso, B. P. (2021) *Sistem Informasi Manajemen Bisnis*. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=qwoeEAAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.
- Elfaladonna, F. et al. (2022) ‘Uji Efektifitas Metode Fuzzy Logic Mamdani pada Penerimaan Beasiswa Bantuan Menggunakan Matlab’, *Sintech*, 5(1), pp. 75–86.
- Hafiz Yusuf, Dona Katarina, Ahmad Husain (2020) ‘Perancangan Aplikasi Pengenalan Adat dan Budaya Betawi Berbasis Android’, *Journal of Informatic and Information Security*, 1(2), pp. 1–14. doi:

- 10.31599/jiforty.v1i2.380.
- Handrianto, Y. and Sanjaya, B. (2020) ‘Model Waterfall Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Pemesanan Produk Dan Outlet Berbasis Web’, *Jurnal Inovasi Informatika*, 5(2), pp. 153–160. doi: 10.51170/jii.v5i2.66.
- Huda, K. (2019) *Se-Jatim, Angka Lakalantas di Tuban Tertinggi di 2018*, *blogtuban.com*. Available at: <https://bloktuban.com/2019/01/04/se-jatim-angka-lakalantas-di-tuban-tertinggi-di-2018/> (Accessed: 24 April 2022).
- Julianto, S. and Setiawan, S. (2019) ‘Perancangan Sistem Informasi Pemesanan Tiket Bus Pada Po. Handoyo Berbasis Online’, *Simatupang, Julianto Sianturi, Setiawan*, 3(2), pp. 11–25. Available at: <https://journal.amikmahaputra.ac.id/index.php/JIT/article/view/56/48>.
- Khusniatul Fahriya and Andi Iwan Nurhidayat (2018) ‘Rancang Bangun Simawa (Sistem Informasi Rusunawa) Berbasis Web Application Menggunakan Framework Laravel’, *Jurnal Manajemen Informatika*, 8(02), pp. 121–128.
- Mariyani, U. D., Setiyaningsih, W. and Agustina, R. (2022) ‘Pengembangan Sistem Koreksi Jawaban Esai Otomatis Menggunakan Naive Bayes Dan Pengujian Menggunakan User Acceptance Test (UAT)’, *Rainstek Jurnal Terapan Sains dan Teknologi*, 4(1), pp. 61–73. doi: 10.21067/jtst.v4i1.6857.
- Musthofa, N. and Adiguna, M. A. (2022) ‘Perancangan Aplikasi E-Commerce Spare-Part Komputer Berbasis Web Menggunakan CodeIgniter Pada Dhamar Putra Computer Kota Tangerang’, *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, 1(03), pp. 199–207.
- Rahmanto, Y., Hotijah, S. and Damayanti, . (2020) ‘Perancangan Sistem Informasi Geografis Kebudayaan Lampung Berbasis Mobile’, *Jurnal Data Mining dan Sistem Informasi*, 1(1), p. 19. doi: 10.33365/jdmsi.v1i1.805.
- Rasyid Alkhoir Lubis, Muhammad Rusdi, H. B. (2018) ‘Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor Berdasarkan Curah Hujan dan Geologi Menggunakan Metode Fuzzy Logic Di Kecamatan Leupung Kabupaten Aceh Besar’, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 2.
- Sekaryadi, Y., Setiawan, D. and Nurhalim, I. (2019) ‘Kajian korelasi kecelakaan

- dengan kepadatan lalu lintas di ruas jalan Cianjur-Sukabumi’, *Jurnal Momen*, 02(2), pp. 93–99.
- Sianturi, H. (2020) ‘Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pyelonephritis Pada Manusia Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani’, *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 1(1), pp. 9–15. Available at: <https://journal.fkpt.org/index.php/BIT/article/view/2>.
- Surbakti, A. B. et al. (2020) ‘Sistem aplikasi logika fuzzy untuk penentuan optimasi ragi tempe pada proses fermentasi tempe kedelai menggunakan metode fuzzy mamdani (studi kasus: pengrajin tempe kedelai desa bulu cina)’, *Jurnal Ilmiah Simantek*, 4(2), pp. 146–160.
- Susianto, D. and Gunthoro, R. A. (2017) ‘Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Daerah Titik Rawan Kecelakaan Di Provinsi Lampung’, *Jurnal Cendikia*, 14(1), pp. 19–25.
- UU No. 22 tahun (2009) ‘Undang – Undang Republik Indonesia No. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan’, p. 203. Available at: https://jdih.dephub.go.id/assets/uudocs/uu/uu_no.22_tahun_2009.pdf.
- Wardani, A. I. K. and Nurhidayat, A. I. (2019) ‘Rancang Bangun Sistem Informasi Raport Online Berbasis Website Menggunakan Framework Laravel’, *Teknik & Teknologi*, 10(1), pp. 33–39.
- Widarma, A. and Kumala, H. (2019) ‘Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Pengguna Listrik Subsidi Dan Nonsubsidi Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani (Studi Kasus : PT. PLN Tanjung Balai)’, *Jurnal Teknologi Informasi*, 2(2), p. 165. doi: 10.36294/jurti.v2i2.432.
- Widyastuti Otik, E. T. (2018) ‘ANALISIS FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KECELAKAAN LALU LINTAS DI KABUPATEN MEMPAWAH’, 10(2), pp. 287–292.
- Wijaya, P. I., Sari, R. P. and Febriyanto, F. (2022) ‘SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN BERBASIS WEB DI KOTA PONTIANAK’, *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 10.
- Winanjar, J. and Susanti, D. (2021) ‘Rancangan Bangunan Sistem Informasi

Administrasi desa Berbasis web menggunakan PHP dan MySQL’, *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, pp. 97–105.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Ijin Survei

Kode Dokumen : FR-AUK-024
Revisi : 0

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI**
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember 68101 Telp (0331) 333532-34; Faksimile 333531
Email : politeknik@polije.ac.id; Laman : www.polije.ac.id

27 APR 2022

Nomor : **5889** / PLH/ PP / 2022
Perihal : **Permohonan Ijin Survei dan Pengambilan Data**

Kepada Yth.
KASAT LANTAS POLRES TUBAN
Jalan Dokter Wahidin SH, Sidorejo, Kec. Tuban,
Kabupaten Tuban, Jawa Timur 62313
Di
Tempat

Dalam rangka penyelenggaraan pendidikan Politeknik Negeri Jember yang berorientasi pada pendidikan profesional, mahasiswa wajib melaksanakan Tugas Akhir / Skripsi sebagai salah satu syarat kelulusan.

Sehubungan dengan hal tersebut mohon Bapak / Ibu berkenan mengijinkan mahasiswa kami dari **Program Studi D4 Teknik Informatika** melakukan survei guna mendapatkan data dan informasi yang kompeten sesuai dengan bidang kajiannya di Instansi / perusahaan yang Bapak / Ibu pimpin.

Adapun mahasiswa yang dimaksud adalah :

Nama Mahasiswa	NIM	Judul Skripsi
Dwi Wahyu Prambodo	E41190755	SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN DI KABUPATEN TUBAN MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING BERBASIS WEBSITE

Konfirmasi kesediaan Bapak/Ibu untuk menerima ijin survey mahasiswa kami dapat disampaikan pada **Sdra. Ery Setiyawan Jullev Atmajati S.Kom, M.Cs** dengan no Hp. 0856 4880 7492 selaku Koordinator Bidang Tugas Akhir/Skripsi Program Studi D4 Teknik Informatika Politeknik Negeri Jember.

Demikian atas kebijakan dan kerjasama yang baik dari Bapak/Ibu dalam turut serta menunjang peningkatan keterampilan anak didik kami, diucapkan terima kasih.


Dr. Setiyawati, S.Kom, M.Kom
NIP. 197907032003121001

Smart, Innovative, Professional



Lampiran 2 Dokumentasi Pengambilan Data



Lampiran 3 Rules Fuzzy Mamdani

Rules	Jam	Kondisi Jalan	Kondisi Lingkungan	Kondisi Kecelakaan	Kerawanan
R1	Dini	Lurus	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R2	Dini	Lurus	Lengang	Sedang	Tidak Rawan
R3	Dini	Lurus	Lengang	Berat	Rawan
R4	Dini	Lurus	Ramai	Ringan	Tidak Rawan
R5	Dini	Lurus	Ramai	Sedang	Rawan
R6	Dini	Lurus	Ramai	Berat	Rawan
R7	Dini	Lurus	Padat	Ringan	Tidak Rawan
R8	Dini	Lurus	Padat	Sedang	Rawan
R9	Dini	Lurus	Padat	Berat	Sangat Rawan
R10	Dini	Tikungan	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R11	Dini	Tikungan	Lengang	Sedang	Tidak Rawan
R12	Dini	Tikungan	Lengang	Berat	Sangat Rawan
R13	Dini	Tikungan	Ramai	Ringan	Tidak Rawan
R14	Dini	Tikungan	Ramai	Sedang	Rawan
R15	Dini	Tikungan	Ramai	Berat	Sangat Rawan
R16	Dini	Tikungan	Padat	Ringan	Tidak Rawan
R17	Dini	Tikungan	Padat	Sedang	Sangat Rawan
R18	Dini	Tikungan	Padat	Berat	Sangat Rawan
R19	Dini	Persimpangan	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R20	Dini	Persimpangan	Lengang	Sedang	Tidak Rawan
R21	Dini	Persimpangan	Lengang	Berat	Sangat Rawan
R22	Dini	Persimpangan	Ramai	Ringan	Tidak Rawan
R23	Dini	Persimpangan	Ramai	Sedang	Rawan
R24	Dini	Persimpangan	Ramai	Berat	Sangat Rawan
R25	Dini	Persimpangan	Padat	Ringan	Rawan
R26	Dini	Persimpangan	Padat	Sedang	Sangat Rawan
R27	Dini	Persimpangan	Padat	Berat	Sangat Rawan
R28	Pagi	Lurus	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R29	Pagi	Lurus	Lengang	Sedang	Tidak Rawan
R30	Pagi	Lurus	Lengang	Berat	Rawan
R31	Pagi	Lurus	Ramai	Ringan	Tidak Rawan
R32	Pagi	Lurus	Ramai	Sedang	Tidak Rawan
R33	Pagi	Lurus	Ramai	Berat	Rawan
R34	Pagi	Lurus	Padat	Ringan	Tidak Rawan
R35	Pagi	Lurus	Padat	Sedang	Tidak Rawan
R36	Pagi	Lurus	Padat	Berat	Rawan
R37	Pagi	Tikungan	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R38	Pagi	Tikungan	Lengang	Sedang	Rawan
R39	Pagi	Tikungan	Lengang	Berat	Rawan
R40	Pagi	Tikungan	Ramai	Ringan	Tidak Rawan

Lampiran 4 Rules Fuzzy Mamdani (lanjutan)

Rules	Jam	Kondisi Jalan	Kondisi Lingkungan	Kondisi Kecelakaan	Kerawanan
R41	Pagi	Tikungan	Ramai	Sedang	Rawan
R42	Pagi	Tikungan	Ramai	Berat	Sangat Rawan
R43	Pagi	Tikungan	Padat	Ringan	Tidak Rawan
R44	Pagi	Tikungan	Padat	Sedang	Rawan
R45	Pagi	Tikungan	Padat	Berat	Rawan
R46	Pagi	Persimpangan	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R47	Pagi	Persimpangan	Lengang	Sedang	Rawan
R48	Pagi	Persimpangan	Lengang	Berat	Sangat Rawan
R49	Pagi	Persimpangan	Ramai	Ringan	Tidak Rawan
R50	Pagi	Persimpangan	Ramai	Sedang	Rawan
R51	Pagi	Persimpangan	Ramai	Berat	Sangat Rawan
R52	Pagi	Persimpangan	Padat	Ringan	Rawan
R53	Pagi	Persimpangan	Padat	Sedang	Sangat Rawan
R54	Pagi	Persimpangan	Padat	Berat	Sangat Rawan
R55	Siang Sore	Lurus	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R56	Siang Sore	Lurus	Lengang	Sedang	Tidak Rawan
R57	Siang Sore	Lurus	Lengang	Berat	Rawan
R58	Siang Sore	Lurus	Ramai	Ringan	Tidak Rawan
R59	Siang Sore	Lurus	Ramai	Sedang	Tidak Rawan
R60	Siang Sore	Lurus	Ramai	Berat	Rawan
R61	Siang Sore	Lurus	Padat	Ringan	Tidak Rawan
R62	Siang Sore	Lurus	Padat	Sedang	Tidak Rawan
R63	Siang Sore	Lurus	Padat	Berat	Rawan
R64	Siang Sore	Tikungan	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R65	Siang Sore	Tikungan	Lengang	Sedang	Rawan
R66	Siang Sore	Tikungan	Lengang	Berat	Rawan
R67	Siang Sore	Tikungan	Ramai	Ringan	Tidak Rawan
R68	Siang Sore	Tikungan	Ramai	Sedang	Rawan
R69	Siang Sore	Tikungan	Ramai	Berat	Sangat Rawan
R70	Siang Sore	Tikungan	Padat	Ringan	Tidak Rawan
R71	Siang Sore	Tikungan	Padat	Sedang	Rawan
R72	Siang Sore	Tikungan	Padat	Berat	Sangat Rawan
R73	Siang Sore	Persimpangan	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R74	Siang Sore	Persimpangan	Lengang	Sedang	Rawan
R75	Siang Sore	Persimpangan	Lengang	Berat	Sangat Rawan
R76	Siang Sore	Persimpangan	Ramai	Ringan	Tidak Rawan
R77	Siang Sore	Persimpangan	Ramai	Sedang	Rawan
R78	Siang Sore	Persimpangan	Ramai	Berat	Sangat Rawan
R79	Siang Sore	Persimpangan	Padat	Ringan	Rawan
R80	Siang Sore	Persimpangan	Padat	Sedang	Sangat Rawan

Lampiran 4 Rules Fuzzy Mamdani (lanjutan)

Rules	Jam	Kondisi Jalan	Kondisi Lingkungan	Kondisi Kecelakaan	Kerawanan
R81	Siang Sore	Persimpangan	Padat	Berat	Sangat Rawan
R82	Malam	Lurus	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R83	Malam	Lurus	Lengang	Sedang	Tidak Rawan
R84	Malam	Lurus	Lengang	Berat	Rawan
R85	Malam	Lurus	Ramai	Ringan	Tidak Rawan
R86	Malam	Lurus	Ramai	Sedang	Rawan
R87	Malam	Lurus	Ramai	Berat	Rawan
R88	Malam	Lurus	Padat	Ringan	Tidak Rawan
R89	Malam	Lurus	Padat	Sedang	Rawan
R90	Malam	Lurus	Padat	Berat	Sangat Rawan
R91	Malam	Tikungan	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R92	Malam	Tikungan	Lengang	Sedang	Tidak Rawan
R93	Malam	Tikungan	Lengang	Berat	Sangat Rawan
R94	Malam	Tikungan	Ramai	Ringan	Tidak Rawan
R95	Malam	Tikungan	Ramai	Sedang	Rawan
R96	Malam	Tikungan	Ramai	Berat	Sangat Rawan
R97	Malam	Tikungan	Padat	Ringan	Tidak Rawan
R98	Malam	Tikungan	Padat	Sedang	Sangat Rawan
R99	Malam	Tikungan	Padat	Berat	Sangat Rawan
R100	Malam	Persimpangan	Lengang	Ringan	Tidak Rawan
R101	Malam	Persimpangan	Lengang	Sedang	Rawan
R102	Malam	Persimpangan	Lengang	Berat	Sangat Rawan
R103	Malam	Persimpangan	Ramai	Ringan	Rawan
R104	Malam	Persimpangan	Ramai	Sedang	Rawan
R105	Malam	Persimpangan	Ramai	Berat	Sangat Rawan
R106	Malam	Persimpangan	Padat	Ringan	Rawan
R107	Malam	Persimpangan	Padat	Sedang	Sangat Rawan
R108	Malam	Persimpangan	Padat	Berat	Sangat Rawan

Lampiran 4 Perhitungan Manual

Perhitungan Fuzzy Mamdani - Excel													
Dwi Wahyu Prambodo													
C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
Waktu	Kepadatan	Intensitas	Intensitas	Kondisi Korban				Varibel Output	Kerawanan				
[09 : 10]	Tidak Padat	[5563 : 6000]	Sangat Jarang	[55, 57]	Ringan	[1, 2]			Tidak Rawan	[0, 20, 30]			
[10 : 12, 15]	Ramal	[6000 : 6250, 6500]	Jarang	[57, 61, 63]	Sedang	[1, 2, 3]			Rawan	[80, 50, 70]			
[15 : 17, 19]	Padat	[6500, 6862]	Sering	[63, 67]	Berat	[2, 3]			Sangat Rawan	[70, 90]			
[19 : 21]													
6													
7													
Komposisi Aturan (Rules)													
10	Kepadatan	Intensitas	Kondisi Korban	Kerawanan	Min			Inputan					
11	Tidak Padat	Sangat Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000			Waktu	Kepadatan	Intensitas	Kondisi Korban		
12	Tidak Padat	Sangat Jarang	Sedang	Tidak rawan	0.000			16.25	6555	64	2		
13	Tidak Padat	Sangat Jarang	Berat	Rawan	0.000								
14	Tidak Padat	Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000			Nilai Derajat Keanggotaan					
15	Tidak Padat	Jarang	Sedang	Tidak rawan	0.000			Waktu	Kepadatan	Intensitas	Kondisi Korban		
16	Tidak Padat	Jarang	Berat	Rawan	0.000			Dini-pagi	0	Sangat Jarang	0	Ringan	0
17	Tidak Padat	Sering	Ringan	Tidak rawan	0.000			Siang	0	Jarang	0	Sedang	1
18	Tidak Padat	Sering	Sedang	Rawan	0.000			Sore	0.625	Berat	0		
19	Tidak Padat	Sering	Berat	Sangat Rawan	0.000			Malam	0				
20	Ramal	Sangat Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000								
21	Ramal	Sangat Jarang	Sedang	Rawan	0.000			Inferensi					
22	Ramal	Sangat Jarang	Berat	Sangat Rawan	0.000			Max Tidak Rawan	0.000	Max Rawan	0.152		
23	Ramal	Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000								
24	Ramal	Jarang	Sedang	Rawan	0.000			Batas Keanggotaan					
25	Ramal	Jarang	Berat	Sangat Rawan	0.000			Tidak Rawan	Rawan	Tidak Rawan			
26	Ramal	Sering	Ringan	Tidak rawan	0.000								
27	Ramal	Sering	Sedang	Rawan	0.000			Keanggotaan(Bawah)					
28	Ramal	Sering	Berat	Sangat Rawan	0.000			KeanggotaanAtas	20	KeanggotaanBawah	70		
29	Sangat Jarang	Sangat Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000								
30	Sangat Jarang	Sangat Jarang	Sedang	Tidak rawan	0.000			Keanggotaan(Tengah)					
31	Sangat Jarang	Sangat Jarang	Berat	Sangat Rawan	0.000			KeanggotaanAtas	30	KeanggotaanBawah	50		
32	Sangat Jarang	Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000								
33	Sangat Jarang	Jarang	Sedang	Rawan	0.000			Keanggotaan(Tengah)					
34	Sangat Jarang	Jarang	Berat	Sangat Rawan	0.000			KeanggotaanAtas	70	KeanggotaanBawah	90		
35	Sangat Jarang	Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000								
36	Sangat Jarang	Jarang	Sedang	Sangat Rawan	0.000			Keanggotaan(Atas)					
37	Sangat Jarang	Jarang	Berat	Jaring & Rawan	0.000			KeanggotaanAtas	70	KeanggotaanBawah	70		
38	Sangat Jarang	Ringan	Ringan	Tidak rawan	0.000								
39	Sangat Jarang	Ringan	Sedang	Tidak rawan	0.000			Inferensi					
40	Sangat Jarang	Ringan	Berat	Rawan	0.000			Max Tidak Rawan	0.000	Max Rawan	0.152		
41	Jarang	Ringan	Ringan	Tidak rawan	0.000								
42	Jarang	Ringan	Sedang	Rawan	0.000			Batas Keanggotaan					
43	Jarang	Ringan	Berat	Rawan	0.000			Tidak Rawan	Rawan	Tidak Rawan			
44	Sering	Ringan	Ringan	Tidak rawan	0.000								
45	Sering	Ringan	Sedang	Tidak rawan	0.000			Keanggotaan(Bawah)					
46	Sering	Ringan	Berat	Sangat Rawan	0.000			KeanggotaanAtas	20	KeanggotaanBawah	70		
47	Sangat Jarang	Ringan	Ringan	Tidak rawan	0.000								
48	Sangat Jarang	Ringan	Sedang	Rawan	0.000			Keanggotaan(Tengah)					
49	Sangat Jarang	Ringan	Berat	Rawan	0.000			KeanggotaanAtas	30	KeanggotaanBawah	50		
50	Jarang	Ringan	Ringan	Tidak rawan	0.000								
51	Jarang	Ringan	Sedang	Rawan	0.000			Keanggotaan(Atas)					
52	Jarang	Ringan	Berat	Sangat Rawan	0.000			KeanggotaanAtas	70	KeanggotaanBawah	90		
53	Sering	Ringan	Ringan	Tidak rawan	0.000								

Perhitungan Fuzzy Mamdani - Excel											
Dwi Wahyu Prambodo											
C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
19	Sering	Berat	Sangat Rawan	0.000							
20	Sangat Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000							
21	Sangat Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000							
22	Sangat Jarang	Berat	Sangat Rawan	0.000							
23	Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000							
24	Jarang	Sedang	Rawan	0.000							
25	Jarang	Berat	Sangat Rawan	0.000							
26	Sering	Ringan	Tidak rawan	0.000							
27	Sering	Sedang	Rawan	0.000							
28	Sering	Berat	Sangat Rawan	0.000							
29	Sangat Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000							
30	Sangat Jarang	Sedang	Tidak rawan	0.000							
31	Sangat Jarang	Berat	Sangat Rawan	0.000							
32	Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000							
33	Jarang	Sedang	Rawan	0.000							
34	Jarang	Berat	Sangat Rawan	0.000							
35	Sering	Ringan	Tidak rawan	0.000							
36	Sangat Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000							
37	Sangat Jarang	Sedang	Tidak rawan	0.000							
38	Sangat Jarang	Berat	Sangat Rawan	0.000							
39	Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000							
40	Sangat Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000							
41	Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000							
42	Jarang	Sedang	Rawan	0.000							
43	Jarang	Berat	Rawan	0.000							
44	Sering	Ringan	Tidak rawan	0.000							
45	Sering	Sedang	Tidak rawan	0.000							
46	Sering	Berat	Sangat Rawan	0.000							
47	Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000							
48	Sangat Jarang	Sedang	Rawan	0.000							
49	Sangat Jarang	Berat	Sangat Rawan	0.000							
50	Jarang	Ringan	Tidak rawan	0.000							
51	Jarang	Sedang	Rawan	0.000							
52	Jarang	Berat	Sangat Rawan	0.000							
53	Sering	Ringan	Tidak rawan	0.000							

Lampiran 5 Pengujian Uat

KUISIONER PENGUJIAN ACCAPTAENCE TESTING

Judul : Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tuban Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis *GIS*

Mohon kesediaanya untuk mengisi kuisioner tentang pengalaman pengguna pada aplikasi dengan memberikan tanda centang pada kolom jawaban.

Kode	Jawaban	Bobot
A	Sangat Mudah/ Sangat Bagus/ Sangat Sesuai/ Sangat Jelas	4
B	Mudah/ Bagus/ Sesuai/ Jelas	3
C	Cukup Sulit/ Cukup Bagus/ Cukup Sesuai/ Cukup Jelas	2
D	Sangat Sulit/ Jelek/ Tidak Sesuai/ Tidak Jelas	1

No.	Pertanyaan	A	B	C	D
ASPEK SISTEM (SYSTEM)					
1	Apakah sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan yang telah digunakan dapat dioperasikan dengan mudah ?		✓		
2	Apakah sistem merespon dengan cepat ketika dilakukan proses pengolahan data ?	✓			
3	Apakah sistem dapat membantu dalam mengolah data kecelakaan ?			✓	
4	Apakah proses pengolahan data dapat berjalan dengan baik ?	✓			
ASPEK PENGGUNA (USER)					
5	Apakah sistem menampilkan data dengan baik ?		✓		
6	Apakah menu-menu pada sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan ini mudah dipahami ?	✓			
7	Apakah hasil pemetaan sesuai ?		✓		
ASPEK INTERAKSI (INTERACTION)					
8	Apakah sistem mempunyai tampilan yang mudah dipahami ?	✓			
9	Apakah halaman hasil pemetaan yang ditampilkan bisa dibaca dengan baik ?	✓			
10	Apakah penempatan tombolnya sesuai ?	✓			

Penguji : Dicky kurnia R.
TTD :

KUISIONER PENGUJIAN ACCAPTANCE TESTING

Judul : Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tuban Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis *GIS*

Mohon kesediaanya untuk mengisi kuisioner tentang pengalaman pengguna pada aplikasi dengan memberikan tanda centang pada kolom jawaban.

Kode	Jawaban	Bobot
A	Sangat Mudah/ Sangat Bagus/ Sangat Sesuai/ Sangat Jelas	4
B	Mudah/ Bagus/ Sesuai/ Jelas	3
C	Cukup Sulit/ Cukup Bagus/ Cukup Sesuai/ Cukup Jelas	2
D	Sangat Sulit/ Jelek/ Tidak Sesuai/ Tidak Jelas	1

No.	Pertanyaan	A	B	C	D
ASPEK SISTEM (SYSTEM)					
1	Apakah sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan yang telah digunakan dapat dioperasikan dengan mudah ?	✓			
2	Apakah sistem merespon dengan cepat ketika dilakukan proses pengolahan data ?		✓		
3	Apakah sistem dapat membantu dalam mengolah data kecelakaan ?	.	✓		
4	Apakah proses pengolahan data dapat berjalan dengan baik ?		✓		
ASPEK PENGGUNA (USER)					
5	Apakah sistem menampilkan data dengan baik ?	✓			
6	Apakah menu-menu pada sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan ini mudah dipahami ?	✓			
7	Apakah hasil pemetaan sesuai ?	✓			
ASPEK INTERAKSI (INTERACTION)					
8	Apakah sistem mempunyai tampilan yang mudah dipahami ?	✓			
9	Apakah halaman hasil pemetaan yang ditampilkan bisa dibaca dengan baik ?	✓			
10	Apakah penempatan tombolnya sesuai ?	✓			

Pengaji : *[Signature]* | *[Signature]* A.
TTD :



KUISIONER PENGUJIAN ACCAPTANCE TESTING

Judul : Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tuban Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis *GIS*

Mohon kesediaanya untuk mengisi kuisioner tentang pengalaman pengguna pada aplikasi dengan memberikan tanda centang pada kolom jawaban.

Kode	Jawaban	Bobot
A	Sangat Mudah/ Sangat Bagus/ Sangat Sesuai/ Sangat Jelas	4
B	Mudah/ Bagus/ Sesuai/ Jelas	3
C	Cukup Sulit/ Cukup Bagus/ Cukup Sesuai/ Cukup Jelas	2
D	Sangat Sulit/ Jelek/ Tidak Sesuai/ Tidak Jelas	1

No.	Pertanyaan	A	B	C	D
ASPEK SISTEM (SYSTEM)					
1	Apakah sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan yang telah digunakan dapat dioperasikan dengan mudah ?	✓			
2	Apakah sistem merespon dengan cepat ketika dilakukan proses pengolahan data ?	✓			
3	Apakah sistem dapat membantu dalam mengolah data kecelakaan ?	✓			
4	Apakah proses pengolahan data dapat berjalan dengan baik ?	✓			
ASPEK PENGGUNA (USER)					
5	Apakah sistem menampilkan data dengan baik ?	✓			
6	Apakah menu-menu pada sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan ini mudah dipahami ?	✓			
7	Apakah hasil pemetaan sesuai ?	✓			
ASPEK INTERAKSI (INTERACTION)					
8	Apakah sistem mempunyai tampilan yang mudah dipahami ?	✓			
9	Apakah halaman hasil pemetaan yang ditampilkan bisa dibaca dengan baik ?	✓			
10	Apakah penempatan tombolnya sesuai ?	✓			

Penguji : Alvin Eko L.
TTD :

KUISIONER PENGUJIAN ACCAPTANCE TESTING

Judul : Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tuban Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis *GIS*

Mohon kesediaanya untuk mengisi kuisioner tentang pengalaman pengguna pada aplikasi dengan memberikan tanda centang pada kolom jawaban.

Kode	Jawaban	Bobot
A	Sangat Mudah/ Sangat Bagus/ Sangat Sesuai/ Sangat Jelas	4
B	Mudah/ Bagus/ Sesuai/ Jelas	3
C	Cukup Sulit/ Cukup Bagus/ Cukup Sesuai/ Cukup Jelas	2
D	Sangat Sulit/ Jelek/ Tidak Sesuai/ Tidak Jelas	1

No.	Pertanyaan	A	B	C	D
ASPEK SISTEM (SYSTEM)					
1	Apakah sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan yang telah digunakan dapat dioperasikan dengan mudah ?	✓	.		
2	Apakah sistem merespon dengan cepat ketika dilakukan proses pengolahan data ?		✓		
3	Apakah sistem dapat membantu dalam mengolah data kecelakaan ?	✓			
4	Apakah proses pengolahan data dapat berjalan dengan baik ?	✓			
ASPEK PENGGUNA (USER)					
5	Apakah sistem menampilkan data dengan baik ?	✓			
6	Apakah menu-menu pada sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan ini mudah dipahami ?	✓			
7	Apakah hasil pemetaan sesuai ?		✓		
ASPEK INTERAKSI (INTERACTION)					
8	Apakah sistem mempunyai tampilan yang mudah dipahami ?	✓			
9	Apakah halaman hasil pemetaan yang ditampilkan bisa dibaca dengan baik ?	✓			
10	Apakah penempatan tombolnya sesuai ?	✓			

Pengaji : *Lya Bayu*
TTD :



KUISIONER PENGUJIAN ACCAPTANCE TESTING

Judul : Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tuban Menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* Berbasis *GIS*

Mohon kesedianya untuk mengisi kuisisioner tentang pengalaman pengguna pada aplikasi dengan memberikan tanda centang pada kolom jawaban.

Kode	Jawaban	Bobot
A	Sangat Mudah/ Sangat Bagus/ Sangat Sesuai/ Sangat Jelas	4
B	Mudah/ Bagus/ Sesuai/ Jelas	3
C	Cukup Sulit/ Cukup Bagus/ Cukup Sesuai/ Cukup Jelas	2
D	Sangat Sulit/ Jelek/ Tidak Sesuai/ Tidak Jelas	1

No.	Pertanyaan	A	B	C	D
ASPEK SISTEM (SYSTEM)					
1	Apakah sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan yang telah digunakan dapat dioperasikan dengan mudah ?	✓			
2	Apakah sistem merespon dengan cepat ketika dilakukan proses pengolahan data ?	✓			
3	Apakah sistem dapat membantu dalam mengolah data kecelakaan ?	✓			
4	Apakah proses pengolahan data dapat berjalan dengan baik ?	✓			
ASPEK PENGGUNA (USER)					
5	Apakah sistem menampilkan data dengan baik ?	✓			
6	Apakah menu-menu pada sistem pemetaan daerah rawan kecelakaan ini mudah dipahami ?	✓			
7	Apakah hasil pemetaan sesuai ?	✓			
ASPEK INTERAKSI (INTERACTION)					
8	Apakah sistem mempunyai tampilan yang mudah dipahami ?	✓			
9	Apakah halaman hasil pemetaan yang ditampilkan bisa dibaca dengan baik ?	.	✓		
10	Apakah penempatan tombolnya sesuai ?	✓			

Pengujii : *Fifman W*

ITD :