

## Sistem Informasi Geografi Daerah Potensi Kekeringan Menggunakan Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sevi Nurafni<sup>1</sup>, Chairuddin<sup>2</sup>

Program Studi Informatika<sup>1,2</sup>

STMIK Indonesia Mandiri, Jl Jakarta No. 79 Bandung<sup>1,2</sup>

Email: chairuddin@stmik-im.ac.id<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Kekeringan merupakan salah satu bencana alam yang frekuensi kejadiannya tinggi (hampir setiap tahun). Daerah potensi kekeringan perlu diprediksi agar dapat mengurangi kerugian-kerugian yang tidak hanya pada sektor pertanian dan lingkungan hidup tetapi juga berdampak negatif pada sektor sosial dan ekonomi bahkan dapat mengganggu stabilitas politik.

Dalam pengolahan peta digital untuk sistem informasi geografis (SIG), seringkali ditemukan objek-objek penting yang tidak tepat dalam pengolahannya bahkan tidak dapat dilibatkan karena faktor ketidakpastian yang dimiliki oleh objek tersebut. Objek yang memiliki ketidakpastian berhubungan dengan data yang tidak dapat dinyatakan hanya dalam dua kondisi saja, yaitu kondisi "ya" atau kondisi "tidak". Salah satu solusi yang ditawarkan dalam mengatasi keterlibatan objek yang memiliki ketidakpastian di dalam SIG adalah dengan menggunakan sistem inferensi *fuzzy* (SIF) metode Tsukamoto. Data yang memiliki ketidakpastian yang diangkat dalam penelitian ini adalah data non-spasial berupa faktor-faktor penentu daerah potensi kekeringan pada wilayah Nusa Tenggara Timur

Sistem inferensi *fuzzy* dapat dijadikan sebagai salah satu solusi dalam pembuatan peta digital yang melibatkan sejumlah data yang bersifat tidak pasti. Output yang diharapkan dari penelitian ini adalah peta yang memberikan informasi tentang daerah rawan demam berdarah berdasarkan warna yang ditentukan dengan nilai yang diperoleh dari proses inferensi *fuzzy*.

**Kata Kunci:** Sistem Informasi Geografis (SIG), Kekeringan, Sistem Inferensi *fuzzy*, Ketidakpastian.

### ABSTRACT

*Drought is a natural disaster with high frequency of occurrence (almost every year). Potential areas of drought need to be predicted in order to reduce losses not only in the agricultural sector and the environment but also have a negative impact on the social and economic sectors and can even disrupt political stability.*

*In processing digital maps for geographic information systems (GIS), often found important objects that are not appropriate in the processing can not even be involved because of the uncertainty factor that is owned by the object. Objects that have uncertainty are associated with data that cannot be stated only in two conditions, namely the "yes" condition or the "no" condition. One solution offered to overcome the involvement of objects that have uncertainty in GIS is to use the Tsukamoto method of fuzzy inference (SIF). Data that have uncertainty raised in this study are non-spatial*

*data in the form of determinants of potential drought areas in the Nusa Tenggara Timur region.*

*Fuzzy inference system can be used as one solution in making digital maps that involve a number of data that is uncertain. The expected output from this study is a map that provides information about dengue-prone areas based on the color determined by the value obtained from the fuzzy inference process.*

**Keywords:** *Geographic Information Systems (GIS), Drought, Fuzzy Inference Systems, Uncertainty.*

## 1. PENDAHULUAN

Kekeringan merupakan salah satu bencana alam yang frekuensi kejadiannya tinggi (hampir setiap tahun). Daerah potensi kekeringan perlu diprediksi agar dapat mengurangi kerugian-kerugian yang tidak hanya pada sektor pertanian dan lingkungan hidup tetapi juga berdampak negatif pada sektor sosial-ekonomi bahkan dapat mengganggu stabilitas politik.

Salah satu upaya mencegah dan mengurangi dampak dari bencana kekeringan yaitu dengan tersedianya informasi prediksi daerah rawan kekeringan yang dikemas dalam bentuk peta digital. Peta digital dapat digunakan untuk perencanaan pengendalian atau penanggulangan dini (Wibowo, Setyohadi, & Rahmad, 2016). Dalam pengolahan peta digital untuk sistem informasi geografis (SIG), seringkali ditemukan objek-objek penting yang tidak tepat dalam pengolahannya bahkan tidak dapat dilibatkan karena faktor ketidakpastian yang dimiliki oleh objek tersebut. Objek yang memiliki ketidakpastian berhubungan dengan data yang tidak dapat dinyatakan hanya dalam dua kondisi saja, yaitu kondisi "ya" atau kondisi "tidak", misal penentuan prediksi tingkat kerawanan kekeringan pada suatu daerah. Metode yang dapat mengatasi keterlibatan objek yang memiliki ketidakpastian seperti Jaringan Saraf Tiruan (JST) (Kartika, Irawan, & Triyanto, 2016) dan *fuzzy logic* (Wibowo, Setyohadi, & Rahmad, 2016).

Jaringan Syaraf Tiruan dapat dilatih untuk mempelajari dan menganalisa pola data masa lalu dan berusaha mencari suatu formula atau fungsi yang akan menghubungkan pola data pada masa lalu dengan keluaran yang diinginkan pada saat ini namun penerapan jaringan syaraf tiruan untuk prediksi membutuhkan waktu yang tidak sedikit karena perlu melakukan banyak percobaan dalam menetapkan jumlah *hidden layer*, menetapkan jumlah *neuron*, dalam *hidden layer*,

penentuan besarnya *learning rate*, serta menerapkan teknik pembelajaran pada jaringan yang direncanakan (Sofian dan Apriaini, 2017:88).

*Fuzzy logic* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman – pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan, memiliki toleransi terhadap data – data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi – fungsi *nonlinear* yang sangat kompleks. Dengan penggunaan metode *fuzzy logic* dapat memperkuat hipotesis yang akan dicapai dalam melakukan pemetaan penentuan ancaman bencana di suatu wilayah (Arifin, Muslim & Sugiman, 2015).

Salah satu aplikasi logika *fuzzy* yang telah berkembang amat luas dewasa ini adalah sistem inferensi *fuzzy* (*fuzzy Inference System / FIS*), yaitu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk IF THEN, dan penalaran *fuzzy*. Terdapat beberapa metode dalam sistem inferensi yang sering digunakan, yaitu Metode Tsukamoto, Metode Mamdani, dan Metode Takagi Sugeno.

Untuk mengetahui perbandingan tiap metode tersebut dapat dibuktikan dari analisis yang dilakukan oleh Supina Batubara (2017), dalam penelitiannya disimpulkan bahwa metode Mamdani hasil perhitungannya lebih mendekati hasil yang sebenarnya dibandingkan dengan metode Sugeno. Analisis perbandingan selanjutnya dilakukan oleh Aep Saepullah dan Romi (2014), dalam penelitian perbandingan *fuzzy* tsukamoto, mamdani dan sugeno yang menunjukkan metode terbaik dalam hal pengurangan konsumsi energi listrik dari sistem pendingin udara adalah metode Tsukamoto dengan efisiensi energi listrik yang dicapai 74,27%. Mamdani 52,85% dan sugeno 62,52%.

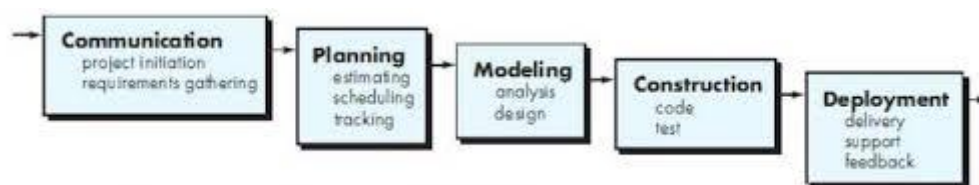
Dari latar belakang di atas pada penelitian ini akan dibuat aplikasi menggunakan metode *fuzzy logic* Tsukamoto untuk memprediksi daerah potensi kekeringan dengan wilayah studi kasis adalah “Nusa Tenggara Timur”.

Lingkup kajian dalam penelitian menggunakan parameter tingkat kepadatan penduduk, persentase luas hutan dan curah hujan di Nusa Tenggara Timur. Daerah yang diteliti meliputi kabupaten Sikka, Manggarai, Ende, Sumba Timur, Kupang, Timur Tengah Selatan, Ngada, Sumba Barat, Timur Tengah Utara, Alor, Lembata, Belu, Flores Timur. Data yang digunakan data Nusa Tenggara Timur tahun 2017 dan Penelitian ini terbatas hingga tahap *Construction (Code & Test)*.

## 2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Menurut Kasiram (2008:149) metode kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui dalam penelitian.

Kerangka berpikir dalam penelitian ini menggunakan metode pengembangan SDLC (*System Development Life Cycle*) dengan model *Waterfall* (Pressman, 2015). Adapun metode *waterfall* menurut Pressman mempunyai lima tahapan, pada Gambar 1. menjelaskan kelima tahapan metode *waterfall* menurut Pressman,



**Gambar 1:** Waterfall Pressman (Pressman, 2015:42)

Ada lima tahap dalam pengembangannya namun dalam penelitian ini dibatasi sampai dengan tahap empat, keempat tahap tersebut yaitu, communication, planning, modeling, dan construction.

### 2.1. Tahap Communication

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan informasi berupa data yang berkaitan dengan penelitian. Metode pengumpulan data merupakan teknik atau cara yang dilakukan untuk mengumpulkan data, adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Metode Studi Literatur.

#### 2.2.1. Studi literatur

Studi literatur merupakan teknik yang digunakan untuk memperoleh informasi atau data dengan cara mempelajari buku-buku, jurnal, dan juga internet. Dalam penelitian ini sumber informasi juga didapat dari buku-buku serta jurnal yang berkaitan dengan kekeringan, algoritma *fuzzy logic* tsukamoto, sistem informasi

geografis, dan informasi lainnya berkaitan dengan penelitian, berikut adalah tabel literatur yang menjadi referensi penelitian:

**Tabel 1.** Referensi Penelitian

No	Literatur	Pembahasan
1	Wibowo, N.S., Setyohadi, D.P., dan Rahmad, H. : Penggunaan Metode <i>fuzzy</i> Dalam Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kabupaten Jember, 2016.	Penelitian untuk menentukan daerah rawan banjir menggunakan peta digital metode <i>fuzzy</i> tsukamoto dengan parameter curah hujan dan ketinggian wilayah.
2	Arifin, S., Muslim, M.A., & Sugiman : Implementasi Logika <i>fuzzy</i> Mamdani untuk Mendeteksi Kerentanan Daerah Banjir di Semarang Utara, Vol. 2, 2015.	Penelitian untuk menentukan daerah rawan banjir metode <i>fuzzy</i> mamdani dengan parameter kepadatan penduduk, drainase, kelerang, ketinggian wilayah dan curah hujan
3	Ayu Kartika, Beni Irawan, Dedi Triyanto : Prediksi Wilayah Rawan Kebakaran Hutan Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik (Studi Kasus: Daerah Kabupaten Kuburaya), Vol 4, 2016.	Jaringan Syaraf Tiruan digunakan data sebanyak satu bulan sebagai masukan yang merupakan faktor terjadinya kebakaran hutan, terdiri dari Luas Lahan Gambut, Radiasi Matahari, Kelembaban Nisbi, Suhu, Curah Hujan, Kecepatan Angin dan Titik Api digunakan sebagai target untuk kejadian pada bulan berikutnya. Output berupa peta tematik.
4	Aep Saepullah dan Romi : Analisis komparatif Logika <i>fuzzy</i> Tsukamoto, Mamdani, Sugeno untuk Hemat Energi AC Sugeno, Vol 9, 2014.	Penelitian perbandingan <i>fuzzy</i> tsukamoto, mamdani dan sugeno yang menunjukkan metode terbaik dalam hal pengurangan konsumsi energi listrik dari sistem pendingin udara adalah metode Tsukamoto dengan efisiensi energi listrik yang dicapai 74,27%. Mamdani 52,85% dan sugeno 62,52%

Hasil analisis dari tabel tersebut dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan aplikasi GIS untuk mengidentifikasi daerah potensi kekeringan dengan studi kasus di Timor Tengah Selatan dibangun berbasis *website* dengan bahasa pemrograman *PHP* menggunakan sistem inferensi *fuzzy* metode Tsukamoto.

### 2.2.2. Gambaran Umum Sistem

Sistem yang akan dibangun adalah sistem yang mampu mengidentifikasi daerah potensi kekeringan yang akan ditampilkan melalui peta tematik. Dalam sistem

tersebut menerapkan sistem inferensi *fuzzy* metode Tsukamoto sebagai pendukung keputusan. Kriteria yang digunakan dalam pengambilan keputusan adalah tingkat kepadatan penduduk, tingkat kemiskinan, dan curah hujan. Ada beberapa tahap yang dilakukan untuk membangun aplikasi GIS mengidentifikasi potensi daerah kekeringan.

#### A. Mengumpulkan data kriteria

Data kriteria didapatkan dari hasil pencarian pada situs resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Nusa Tenggara Timur. Hasil dari pengumpulan data dapat dilihat pada tabel 2, sebagai berikut:

**Tabel 2.** Data Kriteria

Kabupaten	Curah Hujan	Tingkat Kepadatan Penduduk (%)	Persentase Luas Hutan (%)
Sikka	080	166	5
Manggarai	373	156	3
Ende	098	120	3
Sumba Timur	087	33	11
Kupang	146	61	15
Timur Tengah Selatan	161	107	8
Ngada	232	84	4
Sumba Barat	173	155	1
Timur Tengah Utara	080	85	6
Alor	105	63	7
Lembata	077	99	7
Belu	265	155	5
Flores Timur	126	130	5

Setelah data terkumpul, data diinputkan kedalam database sesuai kriterianya.

#### B. Pembentukan Variabel *fuzzy*

Berdasarkan data kriteria yang dibutuhkan untuk menentukan fungsi keanggotaan, berikut kriteria yang nantinya digunakan sebagai variable dari *fuzzy*:

- Curah Hujan (x)
- Rata-rata Penggunaan air (y)
- Jumlah Penduduk (p)
- Status Potensi Kekeringan (z)

### C. Pembentukan Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu kondisi tertentu dalam variable *fuzzy*. Dalam penelitian ini yang bertindak sebagai himpunan *fuzzy* untuk tiap variable *fuzzy* adalah:

- a) Curah hujan terbagi menjadi dua himpunan *fuzzy*: RENDAH dan TINGGI.
- b) Jumlah penduduk terbagi menjadi dua himpunan *fuzzy*: RENDAH dan TINGGI.
- c) Rata-rata penggunaan air terbagi menjadi dua himpunan *fuzzy*: RENDAH dan TINGGI.
- d) Status potensi kekeringan terbagi menjadi dua himpunan *fuzzy*: RENDAH dan Tinggi

### D. Derajat Keanggotaan *fuzzy*

Derajat keanggotaan merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik – titik input data kedalam nilai keanggotaannya (fungsi keanggotaan), fungsi keanggotaan memiliki interval nilai antara 0 dan 1, adapun untuk mendapatkan nilai keanggotaan dapat dilakukan dengan pendekatan fungsi dari setiap kriteria.

### E. Penentuan Aturan (Rule)

Aturan *fuzzy* berfungsi sebagai penghubung antara variable input *fuzzy* dengan variable output *fuzzy*. Hubungan kedua jenis variable ini dibentuk dalam sebuah relasi yang menggunakan operator *fuzzy*, and atau or.

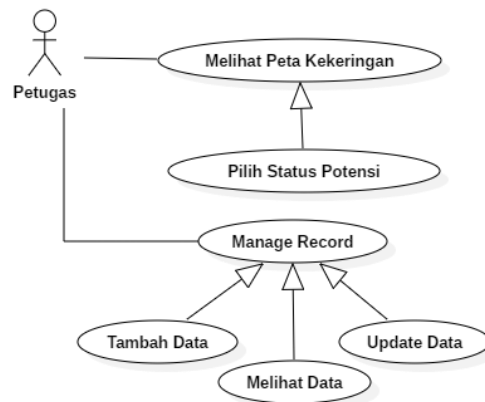
## 2.2. *Planning (Estimating, Scheduling, Tracking)*

Kegiatan penelitian yang dilakukan pada tahapan ini adalah melakukan estimasi waktu kegiatan yang akan diterapkan agar pelaksanaan penelitian berjalan sesuai dengan harapan yaitu efektif dalam kesesuaian sistem dan efisien dalam kesesuaian waktu dan biaya. Dalam penelitian ini terdapat beberapa proses yang harus dilakukan dari tahap *communication* hingga *implementasion and testing*, maka dari itu diperlukan penjadwalan yang tepat agar penelitian ini dapat selesai tepat pada waktunya.

### 2.3. Modeling (Analysis & Design)

Pelaksanaan kegiatan pada tahap ini dilakukan perancangan aplikasi yang dibangun meliputi perancangan diagram dan perancangan antarmuka dari aplikasi yang akan dibangun. Perancangan sistem dibangun menggunakan fungsi fungsi dalam suatu kegiatan yang tergambar dari diagram *Use Case*.

Adapun *Use Case* untuk aplikasi GIS potensi kekeringan ini adalah sebagai berikut :



**Gambar 2:** *Use Case* Diagram Aplikasi GIS potensi daerah kekeringan

Pada gambar 2, terlihat petugas dapat melakukan aktifitas melihat peta kekeringan, tambah data, edit data dan melihat data. Pada Tabel 3, akan dijelaskan lebih lanjut mengenai deskripsi *use case* pada aplikasi ini.

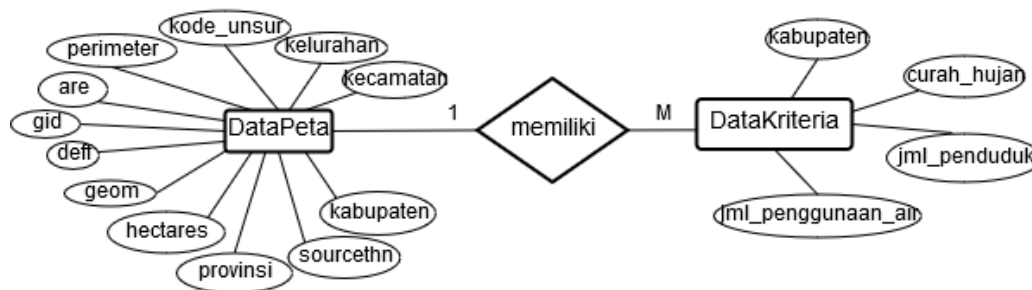
**Tabel 3.** Mendeskripsikan masing-masing use case

No	Use Case	Deskripsi
1	Melihat peta kekeringan	Merupakan Menu yang dapat dilakukan oleh petugas untuk mendapatkan hasil daerah potensi kekeringan
2	Pilih status potensi	Merupakan fitur yang dapat dilakukan oleh petugas untuk melihat peta kekeringan berdasarkan status potensi
3	Manage record	Merupakan menu yang disediakan sistem untuk dapat melakukan tambah data, edit data, dan melihat data.
4	Tambah data	Merupakan fitur yang dapat dilakukan oleh petugas untuk menambah data kriteria kekeringan pada setiap kecamatan.
5	Edit data	Merupakan fitur yang dapat dilakukan oleh petugas untuk mengedit data kriteria kekeringan pada setiap kecamatan
6	Melihat data	Merupakan fitur yang dapat dilakukan oleh petugas untuk melihat data kriteria kekeringan pada setiap kecamatan



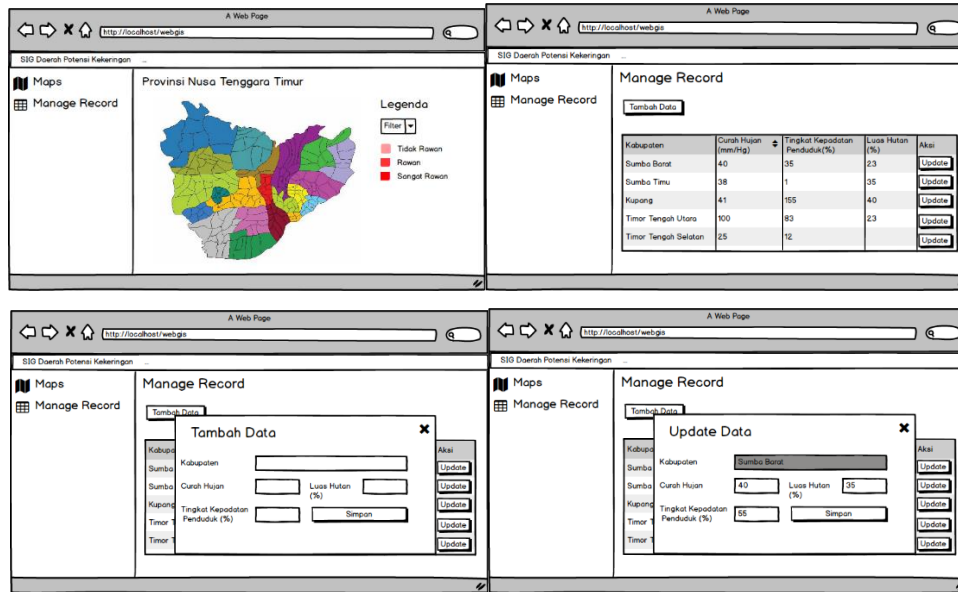
Berdasarkan use case diagram aplikasi diatas maka dibuatlah skenario dari tiap proses yang ada pada use case diagram tersebut untuk memudahkan dalam menganalisa skenario yang akan kita gunakan dalam fase selanjutnya.

Rancangan basis data yang diterapkan dalam system digambarkan dengan ERD (Entity Relationship Diagram). ERD adalah salah satu model yang digunakan untuk mendesign database dengan tujuan menggambarkan data yang berelasi pada sebuah database. Pada Gambar berikut diperlihatkan hubungan data yang akan saling berinteraksi dalam system.



**Gambar 3:** Entity Relationship Diagram

Setelah melakukan analisis diagram pada tahap kali ini akan dilakukan analisis desain interface yang akan dibangun, interface yang akan dibangun terdiri dari halaman index, halaman manage record, halaman tambah data, dan halaman update data.ramcangan antarmuka system atau interface diperlihatkan dalam gambar berikut:



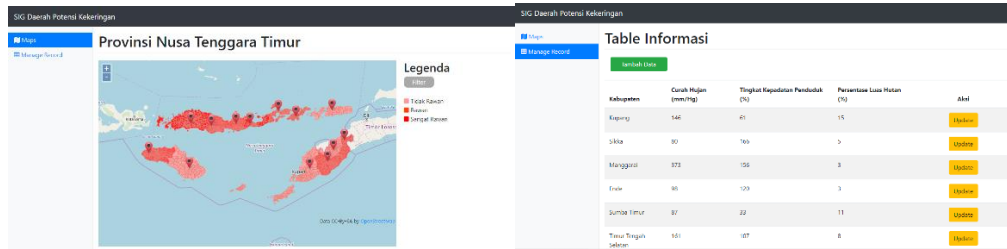
**Gambar 4:** Rancangan antarmuka sistem

Gambar 4, memperlihatkan rancangan antarmuka sistem yaitu halaman utama atau index ini merupakan halaman pertama kali yang akan muncul ketika petugas memasukan alamat website Sistem Informasi Geografis Daerah Rawan DBD provinsi Nusa Tenggara Timur. Halaman utama ini terdapat sub-menu yaitu Maps dan Manage Record. Pada halaman utama ini bertujuan untuk menunjukkan peta daerah potensi kekeringan yang berasal pada sub-menu Maps.

**3. HASIL PEMBAHASAN**

Tahapan proses kegiatan penelitian selanjutnya adalah *Construction (Code & Test)*, tahap ini penelitian berfokus pada implementasi pengkodean menggunakan bahasa pemrograman PHP dan melakukan pengujian hasil menggunakan metode *black-box testing* setelah pengkodean selesai.

Hasil implementasi pengkodean disajikan dalam gambar berikut:



**Gambar 5:** Hasil implementasi

Pada Gambar 5, menunjukkan antarmuka yang ada pada halaman index dan antarmuka untuk manajemen data. Tahapan berikutnya adalah pengujian sistem. Tahapan pengujian menggunakan *black-box* untuk memastikan setiap proses berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *black box* didapatkan

**Tabel 4.** Hasil pengujian dengan menggunakan metode black box.

No	Skenario Pengujian	Test Case	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
1	Data yang diinput tidak lengkap	Curah Hujan = " "	Sistem tidak akan menyimpan data ketika kolom tidak terisi semua atau salah satu tidak terisi, maka sistem akan menampilkan pesan "Data tidak lengkap"	Sesuai Harapan	Valid
2	Data yang diinput dengan huruf	Curah Hujan = "salah"	Sistem tidak akan menyimpan data ketika kolom terisi semua atau salah satu terisi dengan huruf, maka sistem akan menampilkan pesan "Data tidak benar"	Sesuai Harapan	Valid
3	Data diinput dengan benar	Field di input dengan benar	Sistem akan menyimpan data, maka sistem akan menampilkan pesan "Data berhasil diupdate" atau "Data Berhasil Disimpan"	Sesuai Harapan	Valid

Tabel 4, memperlihatkan sebahagian hasil pengujian sistem yang dilakukan dengan metode *black box*, dari hasil pengujian ini ditemukan beberapa masalah dan dapat ditangani selanjutnya diperbaiki. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan user untuk memastikan sistem berjalan sesuai harapan.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis mengenai SIG potensi daerah kekeringan di Nusa Tenggara Timur menggunakan sistem inferensi *fuzzy* tsukamoto dapat dikemukakan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

Sistem infrensi *fuzzy* dapat dijadikan sebagai salah satu solusi dalam pembuatan peta digital yang melibatkan sejumlah data yang bersifat tidak pasti. Output dari penelitian ini adalah peta yang memberikan informasi tentang daerah rawan demam potensi kekeringan berdasarkan warna yang ditentukan dengan nilai yang diperoleh dari proses inferensi *fuzzy*.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, I. (2015) : PostgreSQL Developer s Guide. London : Packt Publishing.
- Arifin, S., Muslim, M.A, dan Sugiman (2015) : Implementasi Logika *fuzzy* Mamdani untuk Mendeteksi Kerentanan Daerah Banjir di Semarang Utara. Diakses di : <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/sji/article/view/5086/4134> (2 Juli 2019).
- Badan Pusat Statistik. (2018). Lembaga Pemerintahan Non-Departemen yang bertanggung jawab langsung kepada Presiden. Diambil kembali dari Badan Pusat Statistik Nusa Tenggara Timur. Diakses di : <https://ntt.bps.go.id/>(5 Juli 2018)
- Batubara, S. (2017, Agustus). Analisis Perbandingan Metode *fuzzy* Mamdani dan *fuzzy* Sugeno Untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan. IT Journal Research and Development. Vol. 2, No. 1, hal. 1 – 12.
- Fathansyah. (2018) : Basis Data. Bandung : INFORMATIKA.
- Hidayatullah, P. dan Khairul, J. (2017) : Pemograman WEB Edisi Revisi. Bandung: INFORMATIKA.
- Kartika, A., Irawan, B., dan Triyanto, D. (2016) : Prediksi Wilayah Rawan Kebakaran Hutan dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik. Diakses di : <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jcskommipa/article/view/14760> (28 Juli 2019).
- Marquez, A. (2015) : PostGIS Essentials. Birmingham : Packt Publishing Ltd.
- Prahasta, E. (2014) : Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika). Bandung : INFORMATIKA.
- Pressman, R.S. (2015) : Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi Buku I. Yogyakarta : Andi.
- Putri dan Effendi. (2016) : *fuzzy logic* untuk Menentukan Lokasi Kios Terbaik di Kepri Mall dengan Menggunakan Metode Sugeno. Diakses di : <https://www.researchgate.net/publication/331518510> (28 Juli 2019)
- Raharjo, B. (2011) : Belajar Pemrograman Web. Bandung : Modula.

- Raharjo, B. (2015):Belajar Otodidak Framework Code Igniter. Bandung: INFORMATIKA.
- Rosa A.S dan Shalahuddin. M. (2018) : Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek. Bandung : INFORMATIKA.
- Saepullah, A., dan Romi. (2014) : Analisis Komparatif Logika *fuzzy* Tsukamoto, Mamdani, Sugeno untuk Hemat Energi AC Sugeno, ISSN, Vol.9.
- Siagian. (2018) : Otomatisasi Pengujian Perangkat Lunak. Yogyakarta : Depublish.
- Wibowo, N.S., Setyohadi, D.P., dan Rahmad, H. (2016) : Penggunaan Metode *fuzzy* Dalam Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kabupaten Jember. Diakses di : <https://publikasi.polije.ac.id/index.php/prosiding/article/view/151/165>
- Wilhite, D.A. (2010) : Quantification of Agricultural Drought for Effective Drought Mitigation, in Agricultural Drought Indices, Proceedings of an Expert Meeting 2-4 June, 2010, Murcia, Spain. Geneva. WMO. Diakses di : [http://www.droughtmanagement.info/literature/WMO\\_agricultural\\_drought\\_indices\\_proceedings\\_2010.pdf](http://www.droughtmanagement.info/literature/WMO_agricultural_drought_indices_proceedings_2010.pdf) (28 Juli 2019).
- World Meteorological Organization. (1974) : International Glossary of Hydrology (1st ed.). Geneva: WMO.
- Yuliardi, R. (2000) : Panduan Administrasi Database Postgre SQL. Bandung : Informatika.