

Identifikasi Tingkat Keasaman Tanah Gambut Menggunakan Logika *Fuzzy Inference Sistem (FIS)*

Devia Kartika

Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Jln Raya Lubuk Begalung, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 20 Juli 2018

Revisi Akhir: 30 Agustus 2018

Diterbitkan Online: 15 September 2018

KATA KUNCI

Logika Fuzzy

Soil Acidity

Agryculture

Matlab

KORESPONDENSI

No HP: 082389229665

E-mail: Devia.Kartika11@gmail.com

A B S T R A C T

In the agricultural sector, land is a factor that plays a very important role in determining agricultural business. Soil fertility is one of the determinants of the success of agricultural business. Each region has a soil fertility level that varies and depends on the type of soil and its geographical location. One way to choose the right land to plant is to look at the level of acidity. Not all plants are suitable for planting, especially in peat soils which have different levels of acidity. This study presents the design of soil acidity detection system for plant species using fuzzy logic method to determine the type of plant according to data from agricultural experts. The measurement results obtained are in accordance with the calculation and criteria for land that has been carried out in a particular area. Decision making on soil acidity requires variable input and output. The input variable consists of soil weathering and fertilizer, while for the output variable which consists of soil acidity. Variables produce several rules that are used to determine soil acidity. A case gets a very small difference between using manual calculations and Matlab.

1. PENDAHULUAN

Pada sektor pertanian, tanah merupakan faktor yang berperan sangat penting dalam menentukan usaha pertanian. Setiap daerah memiliki tingkat kesuburan tanah yang berbeda-beda dan tergantung dari jenis tanah dan letak geografis suatu daerah. Kesuburan tanah merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan usaha pertanian. Namun ada kalanya banyak usaha pertanian yang gagal atau hasil tidak maksimal karena kurangnya pemahaman tentang tingkat kesuburan tanah mereka untuk jenis tanaman tepat dan sesuai dengan sampel tanah dari petani sendiri. Kurangnya pengetahuan dan pemahaman petani akan tingkat kesuburan tanah yang tidak sama satu sama lain untuk ditanami jenis tanaman yang tepat membuat petani kesulitan dalam menentukan jenis tanaman yang tepat untuk mereka tanam. Untuk memperoleh semua pengetahuan yang diperlukan tentunya dibutuhkan waktu yang cukup lama. Sistem pakar dalam bidang pertanian dapat membantu petani untuk membuat keputusan melalui pemilihan jenis tanaman yang sesuai sebelum mulai melakukan apapun terhadap lahan pertanian petani. Disamping itu dapat membantu proses penyebaran informasi dan pengetahuan melalui aplikasi yang dapat diakses kapan saja oleh petani, logika Fuzzy digunakan dalam penelitian ini untuk dapat mengatasi banyak data yang nilainya mengandung ketidakpastian (uncertainty) data yang dimasukkan oleh petani dari setiap aspek tanah yang telah diuji di laboratorium (Ahmad & All, 2017).

Tanah merupakan tempat tumbuh alami dari tanaman. Apabila dapat digunakan secara benar dan didukung dengan

besarnya Negara Indonesia maka akan menjadi hal sangat bermanfaat bagi kehidupan. Tanah sangat berpengaruh terhadap proses pertumbuhan tanaman. Banyak jenis dan macam-macam tanah yang ada di Indonesia, salah satunya yaitu adalah tanah gambut. Luas lahan gambut hanya 8% dari total lahan gambut di dunia yang mencapai 400 juta hektare per Februari 2016. Sebanyak 60% lahan gambut berada di Asia Tenggara. Di Indonesia, terdapat 11,5 juta hektare lahan gambut. Sementara di Malaysia sekitar 7 juta hectare.

Saat sekarang ini banyak cara petani dalam hal menanam tanaman. Salah satu caranya dengan memilih lahan dan tanah yang tepat dengan melihat keasamannya. Tidak semua tanaman cocok pada tanah yang memiliki asam. Lahan yang memiliki tingkat keasaman yang tinggi akan sulit bagi tanaman untuk tumbuh dengan baik misalnya tanaman padi, sedangkan untuk tanaman seperti nanas dan rambutan sangat membutuhkan zat asam tersebut karena setiap tanaman membutuhkan nutrisi yang berbeda-beda untuk tumbuh dengan subur. Untuk itu petani harus tepat dalam mengolah tanah sehingga menghasilkan hasil yang memuaskan.

Kurangnya pengetahuan dan peralatan masyarakat, membuat masyarakat sulit dalam mengetahui tingkat keasaman tanah gambut. Untuk mengetahui tingkat keasaman tanah gambut tidak bisa hanya melihat dari ciri-ciri ataupun bentuk tanah, haruslah menggunakan alat yaitu Soil Tester yang langsung ditancapkan ke dalam tanah. Mahalnya alat ini, membuat masyarakat tidak mampu untuk membelinya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Rekayasa perangkat lunak (RPL) merupakan pembangunan sebuah perangkat lunak dengan tujuan menghasilkan perangkat lunak yang bernilai ekonomis yang di percaya dan bekerja secara efisien menggunakan mesin. RPL lebih fokus pada praktek pengembangan perangkat lunak yang bermanfaat bagi pelanggan (User) dengan memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Dapat terus dipelihara setelah perangkat lunak selesai dibuat seiring berkembangnya teknologi dan lingkungan (Maintainability).
2. Dapat diandalkan dengan proses bisnis yang dijalankan dan perubahan yang terjadi (Dependability dan Robust).
3. Efisiensi dari segi sumber daya dan penggunaan.
4. Kemampuan untuk dipakai sesuai dengan kebutuhan (Usability) Jadi perangkat lunak yang baik adalah perangkat lunak yang fokus kepada pengguna atau pelanggan (Hendrajati, 2012)

Pada perkembangan teknologi perangkat lunak, diperlukan adanya bahasa yang digunakan untuk memodelkan perangkat lunak yang akan dibuat dan perlu adanya standarisasi agar orang di berbagai Negara dapat mengerti pemodelan perangkat lunak. Banyak orang telah membuat bahasa pemodelan pembangunan perangkat lunak sesuai dengan teknologi pemrograman yang berkembang pada saat itu, misalnya yang sempat berkembang dan digunakan oleh banyak pihak adalah *Data Flow Diagram* (DFD) untuk memodelkan perangkat lunak yang menggunakan pemrograman prosedural atau struktural, kemudian juga ada *State Transition Diagram* (STD) yang digunakan untuk memodelkan sistem *real time* (waktu nyata) (Shalahuddin, 2013).

Diagram *UML* yang dipakai dalam perancangan sistem pakar ini ada 7 diagram yaitu :

Use Case Diagram

Diagram *use case* merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat.

Class Diagram

Class Diagram menggambarkan struktur dari sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. Kelas memiliki apa yang disebut atribut dan metode atau operasi. Atribut merupakan variabel-variabel yang dimiliki oleh suatu kelas, dan operasi atau metode adalah fungsi yang dimiliki oleh suatu kelas.

Sequence Diagram

Diagram sekuen menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan medeskripsikan waktu hidup objek dan *message* yang dikirimkan dan diterima antar objek.

Activity Diagram

Activity Diagram menggambarkan berbagai aliran kerja atau aktifitas dari sebuah sistem atau proses bisnis atau menu yang ada pada perangkat lunak (Shalahuddin, 2013).

State Machine Diagram

Statechart diagram atau dalam bahasa Indonesia disebut diagram mesin status atau sering juga disebut diagram status digunakan untuk menggambarkan perubahan status atau transisi status dari sebuah mesin atau sistem atau objek.

Deployment Diagram

Deployment Diagram menunjukkan konfigurasi komponen dalam proses eksekusi aplikasi

Logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada tahun 1962. Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem control pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang

seederhana, sistem kecil, *embedded system*, jaringan PC, *multi channel* atau *workstation* berbasis akuisisi data, dan sistem control (Gema, Kartika, & Pratiwi, 2017).

Suatu pengembangan lebih lanjut tentang konsep himpunan dalam matematika. Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan dalam suatu himpunan $A(\mu_A(x))$ memiliki dua (Gema et al., 2017), yaitu :

1. Satu (1) yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan.
2. Nol (0) yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Ada beberapa hal yang menjadi dasar dalam memahami *fuzzy logic* antara lain:

1. Variabel *fuzzy* , yaitu variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy* .
2. Himpunan *fuzzy* , yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy* . Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut yaitu :
 - a. Linguistik
 - b. Numeris
3. Semesta pembicaraan, yaitu seluruh nilai yang diizinkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy* .
4. Domain himpunan *fuzzy* , yaitu seluruh nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval 0 dan 1. Salah satu cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.

Sebuah sistem *fuzzy* adalah kemampuannya dalam proses penalaran secara bahasa sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik yang rumit (Gema et al., 2017).

Metode mamdani sering dikenal sebagai metode *max-min*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output* diperlukan 4 tahapan, antara lain (Edy Victor Haryanto, 2015):

1. Pembentukan himpunan *fuzzy* . Pada proses fuzzifikasi langkah yang pertama adalah menentukan variabel *fuzzy* dan himpunan *fuzzy* nya.
2. Aplikasi fungsi implikasi pada metode mamdani. Fungsi implikasi yang digunakan adalah *MIN* dan *MAX*.
3. Komposisi aturan (*rule*). Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan antar aturan (*rule*).
4. Penegasan (*defuzzy fikasi*). *Input* dari proses *defuzzy fikasi* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy* , sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut.

Menurut (Saleh, 2015) menerapkan metode *fuzzy* mamdani untuk melihat sejauh mana metode ini mampu memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas. Dimana dalam memprediksi tingkat kebisingan lalu lintas pada penelitian ini agaknya telah digunakan untuk memprediksi peluang kejadian hujan dengan memanfaatkan data musim hujan, musim pancaroba dan musim kemarau.

Web adalah sekumpulan halaman informasi yang disediakan melalui jalur internet sehingga bisa diakses diseluruh dunia selama terkoneksi dengan jaringan internet. Web merupakan sebuah komponen yang terdiri dari teks, gambar, suara animasi sehingga menjadi media informasi yang menarik untuk dikunjungi oleh orang lain (Mandala, 2015)

HTML adalah singkatan dari *Hypertext Text Markup Language*. HTML merupakan bahasa yang digunakan untuk mendefinisikan sejumlah bagian seri sebuah dokumen *web* dalam bentuk *tag*, sehingga *browser* dapat mengetahui bagaimana menampilkan dokumen *web* tersebut yang mencakup *link*, *text*, gambar dan media-media lainnya seperti video atau audio (Mandala, 2015).

Cascading Style Sheets (CSS) adalah aturan untuk mengendalikan beberapa komponen dalam sebuah *web* sehingga akan lebih terstruktur dan seragam. CSS bukan merupakan bahasa pemrograman (Mandala, 2015).

PHP merupakan bahasa pemrograman *script* yang membuat dokumen HTML secara *on the fly* yang dieksekusi di server *web*, dokumen HTML yang dihasilkan dari suatu aplikasi bukan dokumen HTML yang dibuat dengan menggunakan editor teks atau editor HTML, dikenal juga sebagai bahasa pemrograman *server side*.

PHP merupakan singkatan dari "*Hypertext Preprocessor*", merupakan bahasa utama *script server side* yang disisipkan pada HTML yang dijalankan di server, dan juga bisa digunakan untuk membuat aplikasi desktop (Sidik, 2012).

Konsep Database

Secara umum, *database* berarti koleksi data yang saling terkait. Secara praktis, basis data dapat dianggap sebagai suatu penyusunan data yang terstruktur yang disimpan dalam media pengingat (*harddisk*) yang tujuannya adalah agar data tersebut dapat diakses dengan mudah dan cepat.

Database MySQL

MySQL merupakan *software* yang tergolong sebagai DBMS (*database management system*) yang bersifat *open source*. *Open source* menyatakan bahwa *software* ini dilengkapi dengan *source code* (kode yang dipakai untuk membuat MySQL), selain tentu saja bentuk *executable*-nya atau kode yang dapat dijalankan secara langsung dalam sistem operasi, dan bisa diperoleh dengan cara *download* secara gratis.

SQL

SQL adalah kependekan dari *structured query language*, dalam bahasa Inggris SQL biasa dibaca sebagai SEQUEL atau ES-KYU-EL. Bahasa ini merupakan standar yang digunakan untuk mengakses *database* relasional.

Standar SQL mula-mula didefinisikan oleh ISO (*International Standards Organization*) dan

Tanah Gambut

Menurut (Purba, 2017) lahan gambut umumnya dapat ditemukan di dataran rendah. Lahan gambut di dataran rendah ini terbentuk pada topografi yang cekung dan di genangi air yang tidak mudah hilang. Topografi demikian terdapat pada wilayah datar dan biasanya berada pada dataran rendah. Kondisi ini menyebabkan proses dekomposisi bahan organik lebih lambat dari proses penimbunannya sehingga terjadi akumulasi bahan organik yang semakin lama semakin tebal.

Menurut (Lubis, Nasution, & Sarifuddin, 2014) karakteristik kimianya gambut memiliki beberapa permasalahan diantaranya pH rendah (masam), ketersediaan sejumlah unsur hara makro (K, Ca, Mg, P) dan mikro (Cu, Zn, Mn, dan Bo) yang rendah, mengandung asam-asam organik yang beracun, serta memiliki Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang tinggi tetapi dengan Kejenuhan Basa (KB) yang rendah.

3. METODOLOGI

Agar penelitian ini berjalan dengan teratur, maka diperlukan sebuah kerangka penelitian. Berikut ini adalah kerangka penelitian yang dibuat :



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Tahapan Penelitian

Pembuatan *web* ini dimaksudkan untuk memperbaiki sistem dalam bagian seleksi penetapan tingkat keasaman tanah secara manual menjadi sistem komputerisasi secara *online* yang menghemat waktu dan biaya.

Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

- Penelitian lapangan
Pada penelitian lapangan ini dilakukan wawancara dengan pegawai, untuk menganalisis masalah, serta memperoleh informasi yang dibutuhkan.
- Riset Perpustakaan
Riset perpustakaan ini dilakukan dengan cara membaca, membahas, meringkas dan membuat kesimpulan dari buku-buku *fuzzy logic*, dan *programming* yang berkaitan dengan analisis dan perancangan data mining untuk mendapatkan bahan-bahan yang secara ilmiah dapat dijadikan landasan dalam menyusun penelitian ini.
- Penelitian Laboratorium
Dalam hal ini penelitian dilakukan dengan merancang program atau perangkat lunak yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi dan juga dalam hal penyusunan dan penulisan secara keseluruhan. Dalam pembuatan penelitian ini didukung oleh sistem *computerisasi* dan perancangan *komponen* dalam hal-hal yang berkaitan dengan komputer. Perencanaan ini dapat membantu user dalam hal pengolahan data.

Analisa Data

Setelah data berhasil didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisa terhadap data tersebut. Analisa data merupakan suatu usaha untuk mengkaji dan mengolah data yang telah didapatkan sehingga diperoleh suatu kesimpulan yang bermanfaat sesuai dengan tujuan penelitian.

Analisa Proses

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian *fuzzy logic* ini menggunakan metode analisa mamdani yang sering disebut metode MAX-MIN. Metode ini menggunakan sistem penalaran yang menyerupai instusi manusia (Gema et al., 2017).

Analisa Sistem

Analisa sistem juga dibutuhkan agar penulis dapat mendeskripsikan alur kerja sistem berdasarkan kebutuhan penggunaannya. Dengan adanya analisa sistem diharapkan dapat

menciptakan suasana *user friendly* terhadap sistem yang akan dibangun.

Perancangan Sistem

Setelah melakukan analisa terhadap data dan sistem, penulis juga melakukan perancangan terhadap sistem yang akan dibangun berdasarkan analisa sistem yang telah dilakukan.

Perancangan Model

Tahapan perancangan bertujuan untuk membuat penelitian dirancang sesuai dengan tujuannya, sehingga tidak melenceng dari tujuan penelitian. Akan dilakukannya proses pengumpulan data-data yang akan dilakukan untuk mendukung perancangan sistem sebagai objek penelitian. Perancangan akan menggunakan UML sebagai model rancangan agar terorganisasi dan terstruktur dengan rancangan.

1. Use Case Diagram
2. Class diagram
3. State diagram
4. Activity Diagram
5. Sequence Diagram

Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi pada sistem ini merupakan pengujian yang dilakukan dengan memasukan rumus logika *fuzzy logic* dengan metode mamdani didalam sebuah sistem aplikasi berbasis web agar aplikasi yang akan dirancang menjadi lebih efektif dan efisien dan mudah digunakan oleh Dinas Pertanian Kota Padang untuk mengetahui tingkat keasaman tanah.

Pengujian Interface

Pengujian *interface* yaitu pengujian terhadap desain aplikasi *fuzzy logic* yang akan diimplementasikan kedalam sebuah aplikasi web. Pengujian tingkat keasaman tanah, tampilan utama, dan semua yang akan dirancang kedalam sebuah aplikasi web nantinya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan pengolahan data, data akan dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok berdasarkan batasan yang telah diberikan dari data Dinas Pertanian. Dalam menentukan keasaman tanah ada beberapa data yang diperlukan. Seperti pelapukan tanah dan penggunaan pupuk. Dari beberapa data yang telah dikumpulkan akan dilakukan analisa sehingga data tersebut akan dikelompokkan menjadi himpunan *fuzzy* yang telah diolah menggunakan sistem *fuzzy* Tsukamoto. Data tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Table 1. Data Jenis Tanaman Sesuai Tingkat Keasaman

No	Keasaman Tanah	Tanaman
1	Rendah	- Padi
		- Jagung
		- Pisang
2	Sedang	- Karet
		- Mangga
3	Tinggi	- Rambutan

Tabel 1 adalah jenis tanaman yang cocok untuk masing-masing dari tingkat keasaman tanah.

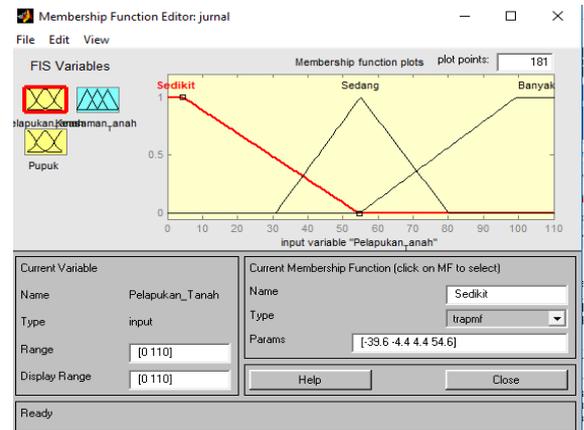
Pembentukan Himpunan Fuzzy

Variabel yang digunakan terdiri dari variabel input dan variabel output. Variabel input terdiri dari pelapukan tanah, pupuk. Variabel output adalah keasaman tanah. Masing-masing

variabel tersebut memiliki semesta pembicaraan, himpunan *fuzzy*, dan domain sebagai berikut :

a. Variabel Pelapukan Tanah

Semesta pembicaraan Pelapukan Tanah = [0-100%]. Himpunan fuzzy untuk variable Pelapukan Tanah adalah Sedikit, Sedang, Banyak. Berikut adalah kurva fungsi keanggotaannya :



Gambar 2. Variabel Pelapukan Tanah

- 1) Domain Himpunan Fuzzy Sedikit : [0-55]
Fungsi Keanggotaan (0, 10, 55) :

$$\mu_{sedikit}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 10 \\ (55-x)/(55-10); & 10 < x < 55 \\ 0; & x \geq 55 \end{cases}$$

- 2) Domain Himpunan Fuzzy Sedang : [30-80]
Fungsi Keanggotaan (30, 55, 80) :

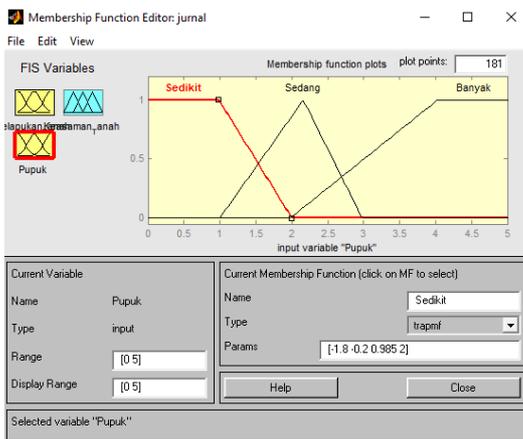
$$\mu_{sedang}[x] = \begin{cases} 0; & (x \leq 30) \text{ atau } (x \geq 80) \\ (x-30)/(55-30); & 30 < x < 55 \\ (80-x)/(80-55); & 55 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

- 3) Domain Himpunan Fuzzy Banyak: [55-100]
Fungsi Keanggotaan (55, 100) :

$$\mu_{banyak}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 55 \\ (x-55)/(100-55); & 55 < x < 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

b. Variabel Pupuk

Semesta pembicaraan Pupuk = [0-4 kali]. Himpunan fuzzy untuk variable Pupuk adalah Sedikit, Sedang, Banyak. Berikut adalah kurva fungsi keanggotaannya :



Gambar 3. Variabel Pupuk

Keterangan :

- 1) Domain Himpunan Fuzzy Sedikit : [0-2 kali]
Fungsi Keanggotaan (0, 1, 2) :

$$\mu_{\text{sedikit}}[y] = \begin{cases} 1; & y \leq 1 \\ (2-y)/(2-1); & 1 < y < 2 \\ 0; & y \geq 2 \end{cases}$$

- 2) Domain Himpunan Fuzzy Sedang : [1-3 kali]
Fungsi Keanggotaan (1, 2, 3) :

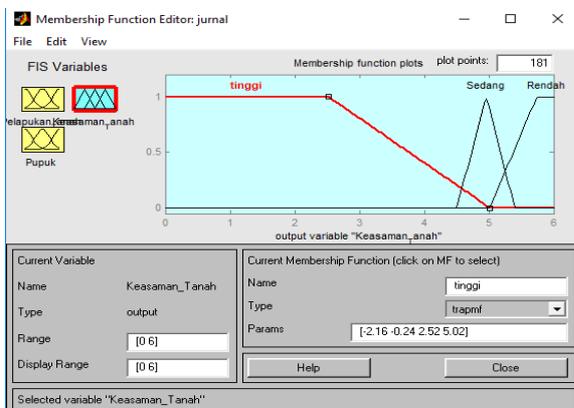
$$\mu_{\text{sedang}}[y] = \begin{cases} 0; & (y \leq 1) \text{ atau } (y \geq 3) \\ (y-1)/(2-1); & 1 < y < 2 \\ (3-y)/(3-2); & 2 \leq y \leq 3 \end{cases}$$

- 3) Domain Himpunan Fuzzy Banyak : [2-4 kali]
Fungsi Keanggotaan (2, 3, 4) :

$$\mu_{\text{banyak}}[y] = \begin{cases} 0; & y \leq 2 \\ (y-2)/(4-2); & 2 < y < 4 \\ 1; & y \geq 4 \end{cases}$$

c. Variabel Keasaman Tanah

Semesta pembicaraan Keasaman Tanah = [3.5-6.5 ph]. Himpunan fuzzy untuk variable Keasaman Tanah adalah Rendah, Sedang, Tinggi. Berikut adalah kurva fungsi keanggotaannya :



Gambar 4. Variabel Keasaman Tanah

Keterangan :

- 1) Domain Himpunan Fuzzy Tinggi : [3.5-5]
Fungsi Keanggotaan (0, 3.5, 5) :

$$\mu_{\text{tinggi}}[z] = \begin{cases} 1; & z \leq 3,5 \\ (5-z)/(5-3,5); & 3,5 < z < 5 \\ 0; & z \geq 5 \end{cases}$$

- 2) Domain Himpunan Fuzzy Sedang : [4.5-5.5]
Fungsi Keanggotaan (4.5, 5, 5.5) :

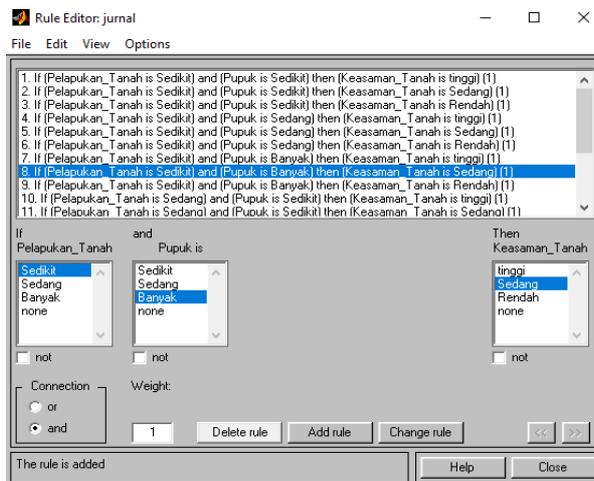
$$\mu_{\text{sedang}}[z] = \begin{cases} 0; & (z \leq 4,5) \text{ atau } (z \geq 5,5) \\ (z-4,5)/(5-4,5); & 4,5 < z < 5 \\ (5,5-z)/(5,5-5); & 5 \leq z \leq 5,5 \end{cases}$$

- 3) Domain Himpunan Fuzzy Rendah : [5-6.5]
Fungsi Keanggotaan (5, 6.5) :

$$\mu_{\text{rendah}}[z] = \begin{cases} 0; & z \leq 5 \\ (z-5)/(6,5-5); & 5 < z < 6,5 \\ 1; & z \geq 6,5 \end{cases}$$

4.2 Pembentukan Rule

Rule-rule (R) yang didapat dari kemungkinan keputusan adalah :



Gambar 5. Rules Penentuan Matlab

Pengolahan Data Dengan Fuzzy

Pengolahan data menggunakan fuzzy manual bertujuan dapat memberikan penjelasan tentang kerja aplikasi yang digunakan. Adapun prosesnya sebagai berikut:

1. Contoh Pengguna : Aprizal

Input: Pelapukan tanah = 63% , Pupuk = 2 kali

Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data untuk menentukan Keasaman Tanah sebagai berikut :

- a. Menentukan Himpunan Fuzzy

Variabel pelapukan tanah telah didefinisikan pada tiga himpunan fuzzy, yaitu: sedikit, sedang dan banyak.

Pelapukan tanah 63% termasuk kedalam himpunan fuzzy sedang maka tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{sedikit}}[63] &= 0 \\ \mu_{\text{sedang}}[63] &= (80-x) / (80-55) \\ &= (80-63)/(80-55) \\ &= 0,68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{banyak}}[80] &= (x-55) / (100-55) \\ &= (63-55) / (100-55) = 0,17 \end{aligned}$$

Variabel Pupuk telah didefinisikan pada tiga himpunan fuzzy, yaitu: sedikit, sedang dan banyak.

Pupuk 2 kali termasuk kedalam himpunan fuzzy sedikit, sedang dan banyak maka tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{sedikit}}[2] &= 0 \\ \mu_{\text{sedang}}[2] &= (3-y)/(3-2) \\ &= (3-2)/1 \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\mu_{\text{banyak}}[2] = 0$$

b. Mesin Inferensi

Tahap dari proses perhitungan fuzzy berikutnya adalah tahapan penalaran. Dalam proses penalaran ada 3 hal yang dilakukan yaitu mengaplikasi operator fuzzy, metode implikasi dan komposisi.

[R1] IF Pelapukan tanah SEDIKIT And Pupuk SEDIKIT THEN Keasaman tanah TINGGI

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat1} &= \mu_{\text{sedikit}} \cap \mu_{\text{sedikit}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedikit}}[63], \mu_{\text{sedikit}}[2]) \\ &= \min(0;0) \\ &= 0 \\ (5-z) \div (5-3,5) &= 0 \\ (5-z) \div 1,5 &= 0 \rightarrow Z1 = 5 \end{aligned}$$

[R5] IF Pelapukan tanah SEDIKIT And Pupuk SEDANG THEN Keasaman tanah SEDANG

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat2} &= \mu_{\text{sedikit}} \cap \mu_{\text{sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedikit}}[63], \mu_{\text{sedang}}[2]) \\ &= \min(0;1) \\ &= 0 \\ (z-4,5) \div (5-4,5) &= 0 \\ (z-4,5) \div 0,5 &= 0 \rightarrow Z2 = 4,5 \end{aligned}$$

[R9] IF Pelapukan tanah SEDIKIT And Pupuk BANYAK THEN Keasaman tanah RENDAH

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat3} &= \mu_{\text{sedikit}} \cap \mu_{\text{banyak}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedikit}}[63], \mu_{\text{banyak}}[2]) \\ &= \min(0;0) \\ &= 0 \\ (z-5) \div (6,5-5) &= 0 \\ (z-5) \div 1,5 &= 0 \rightarrow Z3 = 5 \end{aligned}$$

[R10] IF Pelapukan tanah SEDANG And Pupuk SEDIKIT THEN Keasaman tanah TINGGI

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat4} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sedikit}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedang}}[63], \mu_{\text{sedikit}}[2]) \\ &= \min(0,68;0) \\ &= 0 \\ (5-z) \div (5-3,5) &= 0 \\ (5-z) \div 1,5 &= 0 \rightarrow Z4 = 5 \end{aligned}$$

[R14] IF Pelapukan tanah SEDANG And Pupuk SEDANG THEN Keasaman tanah SEDANG

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat5} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedang}}[63], \mu_{\text{sedang}}[2]) \\ &= \min(0,68;1) \\ &= 0,68 \\ (z-4,5) \div (5-4,5) &= 0,68 \\ (z-4,5) \div 0,5 &= 0,68 \\ (z-4,5) &= 0,364 \\ z &= 0,364 + 4,5 \rightarrow Z5 = 4,84 \end{aligned}$$

[R17] IF Pelapukan tanah SEDANG And Pupuk BANYAK THEN Keasaman tanah SEDANG

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat6} &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{banyak}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedang}}[63], \mu_{\text{banyak}}[2]) \\ &= \min(0,68;0) \\ &= 0 \\ (z-4,5) \div (5-4,5) &= 0 \\ (z-4,5) \div 0,5 &= 0 \rightarrow Z6 = 4,5 \end{aligned}$$

[R19] IF Pelapukan tanah BANYAK And Pupuk SEDIKIT THEN Keasaman tanah TINGGI

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat7} &= \mu_{\text{banyak}} \cap \mu_{\text{sedikit}} \\ &= \min(\mu_{\text{banyak}}[63], \mu_{\text{sedikit}}[2]) \\ &= \min(0,17;0) \\ &= 0 \\ (5-z) \div (5-3,5) &= 0 \\ (5-z) \div 1,5 &= 0 \rightarrow Z7 = 5 \end{aligned}$$

[R22] IF Pelapukan tanah BANYAK And Pupuk SEDANG THEN Keasaman tanah TINGGI

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat8} &= \mu_{\text{banyak}} \cap \mu_{\text{sedang}} \\ &= \min(\mu_{\text{banyak}}[63], \mu_{\text{sedang}}[2]) \\ &= \min(0,17;1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,17 \\ (5-z) \div (5-3,5) &= 0,17 \\ (5-z) \div 1,5 &= 0,17 \\ (5-z) &= 0,255 \\ z &= 5 - 0,255 \rightarrow Z8 = 4,745 \end{aligned}$$

[R26] IF Pelapukan tanah BANYAK And Pupuk BANYAK THEN Keasaman tanah SEDANG

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat9} &= \mu_{\text{banyak}} \cap \mu_{\text{banyak}} \\ &= \min(\mu_{\text{banyak}}[63], \mu_{\text{banyak}}[2]) \\ &= \min(0,17;0) \\ &= 0 \\ (z-4,5) \div (5-4,5) &= 0 \\ (z-4,5) \div 0,5 &= 0 \rightarrow Z9 = 4,5 \end{aligned}$$

c. Defuzzyfikasi

Langkah terakhir dalam proses ini adalah defuzzifikasi atau disebut juga tahap penegasan.

$$\begin{aligned} z &= (\alpha_{\text{pred1}} * z1) + (\alpha_{\text{pred2}} * z2) + (\alpha_{\text{pred3}} * z3) + (\alpha_{\text{pred4}} * z4) + (\alpha_{\text{pred5}} * z5) \\ &+ (\alpha_{\text{pred6}} * z6) + (\alpha_{\text{pred7}} * z7) + (\alpha_{\text{pred8}} * z8) + (\alpha_{\text{pred9}} * z9) \\ &= \frac{\alpha_{\text{pred1}} + \alpha_{\text{pred2}} + \alpha_{\text{pred3}} + \alpha_{\text{pred4}} + \alpha_{\text{pred5}} + \alpha_{\text{pred6}} + \alpha_{\text{pred7}} + \alpha_{\text{pred8}} + \alpha_{\text{pred9}}}{\alpha_{\text{pred1}} + \alpha_{\text{pred2}} + \alpha_{\text{pred3}} + \alpha_{\text{pred4}} + \alpha_{\text{pred5}} + \alpha_{\text{pred6}} + \alpha_{\text{pred7}} + \alpha_{\text{pred8}} + \alpha_{\text{pred9}}} \\ &= \frac{(0*5) + (0*4,5) + (0*5) + (0*5) + (0,68*4,84) + (0*4,5) + (0*5) + (0,17*4,745) + (0*4,5)}{0 + 0 + 0 + 0 + 0,68 + 0 + 0 + 0,17 + 0} \\ &= \frac{4,09785}{0,85} \\ &= 4,821 \text{ (Sedang)} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan data di atas diperoleh nilai defuzzifikasi z = 4,821. Jadi, tingkat keasaman tanah pengguna yaitu sedang yang berada pada range 4,5 – 5,5.

Pengujian sistem yang sudah dibangun sangat diperlukan untuk menguji sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan membandingkan dengan hasil MATLAB terhadap kasus yang telah dihitung secara manual. Pada pengujian ini ada output keputusan, yaitu: Keasaman Tanah

Pelapukan Tanah = 63

Pupuk = 66

Dengan menggunakan MATLAB, maka hasil dapat dilihat pada Gambar berikut ;



Gambar 6. Tampilan Rule Pada Matlab

Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa jika Pelapukan Tanah = 63, Pupuk = 66 Maka Keasaman tanah tipe (2,83). Dengan membandingkan kalkulasi manual dengan MATLAB terlihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang berarti pada keputusan baik menggunakan MATLAB maupun secara manual. Selisih diantara keduanya disebabkan oleh

pembulatan angka secara manual. Hal ini berarti system menggunakan metode Mamdani pada Matlab dapat digunakan dengan baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan pada penelitian ini, maka didapat kesimpulan bahwa :

1. Dengan menggunakan aplikasi penetapan tingkat keasaman tanah gambut dengan fuzzy logic ini maka masyarakat akan lebih mudah menentukan tanaman yang cocok untuk ditanam di lahan pertanian berdasarkan tingkat keasamannya.
2. Dengan adanya metode *Fuzzy Mamdani* ini membantu proses pengolahan data serta mendapatkan keputusan yang akurat dan tidak membutuhkan waktu yang lama.
3. Dengan menerapkan logika *fuzzy* diharapkan dapat menyajikan data secara efektif dalam menghitung tingkat keasaman tanah yang dapat diakses oleh semua masyarakat.

Dari hasil penelitian ini maka penulis dapat menyampaikan saran-saran sebagai berikut :

1. Untuk pengembangan aplikasi ini lebih lanjut dapat digunakan metode yang lain sebagai pembandingan terhadap hasil yang diharapkan.
2. Sebaiknya melakukan penelitian secara berkala untuk mengetahui tingkat keasaman tanah dan perlu dievaluasi.
3. Pengembangan sistem selanjutnya, tidak hanya tanah gambut saja yang dapat dihitung tingkat keasamannya, melainkan berbagai macam tanah juga bisa dihitung tingkat keasamannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., & Ali, E. (2017). Sistem Pakar Deteksi Tingkat Kesuburan Tanah Menggunakan Fuzzy Logic. *Journal of Information Technology and Computer Science*, 2(2), 91–95.
- Edy Victor Haryanto, F. N. (2015). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Memprediksi Tingginya Pemakaian Listrik (Studi Kasus Kelurahan Abc). *STMIK AMIKOM Yogyakarta*, 115–119.
- Gema, R. L., Kartika, D., & Pratiwi, M. (2017). Artificial Intelligence Menentukan Kualitas Kehamilan Pada Wanita Pekerja, 24(2), 318–324.
- HENDRAJATI, A. (2012). REKAYASA PERANGKAT LUNAK SENTRA PELAYANAN KEPOLISIAN TERPADU (SPKT) PADA POLRESTABES SEMARANG, 5–6.
- Lubis, A., Nasution, Z., & Sarifuddin, S. (2014). Pengaruh Air Laut, Zeolit, dan Pasir Vulkan Terhadap Status Hara Pada Tanah Gambut Serta Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah. *Agroekoteknologi*.
- Mandala, E. P. W. (2015). *Web Programming Project 1 e.p.w.m Forum*. Yogyakarta: Andi.
- Purba, D. K. T. (2017). Klasifikasi Tanah Gambut di Dataran Tinggi Toba, 5(1), 103–112.
- Saleh, A. (2015). Implementasi Metode Fuzzy Mamdani Dalam Memprediksi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas. *Semnasteknomedia Online*.
- Shalahuddin, R. A. S. dan. (2013). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Bandung: Informatika.

Sidik, B. (2012). *Pemrograman Web dengan PHP*. Bandung: Informatika.

BIODATA PENULIS



Devia Kartika

Lulusan Magister Komputer Universitas Putra Indonesia YPTK Padang tahun 2014. Saat ini menjadi Dosen Tetap di Universitas Putra Indonesia YPTK Padang Pada Prodi Teknik Informatika