

# APLIKASI ONLINE MENGGUNAKAN BASIS DATA FUZZY UNTUK MENENTUKAN KESESUAIAN LAHAN PERTANIAN

**Wilis Kaswidjanti**

Jurusan Teknik Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta

Jl. Babarsari 2, Tambakbayan 55281 Telp (0274) 485323

e-mail : [wilisk@yahoo.com](mailto:wilisk@yahoo.com)

## **Abstract**

*One of the key factors in creating equitable development or development areas appropriate and one of them is the result of agricultural factors. Meanwhile, to determine the feasibility of a farm or agricultural crops can be done by conducting an assessment of the feasibility or suitability of an area with plants that can grow or live in the area. The method used in the design of this software is the waterfall method. The software is built using PHP programming language, while using a MySQL database. The system accepts input in the form of plant data and data regions. While the output of the system in the form recommend crops and agricultural areas suitable for a particular area of life. With this software it will be more easier for users to monitor and obtain information about both the area and the type of agricultural crops.*

**Keywords: Fuzzy Database, Waterfall, Agriculture**

Salah satu faktor kunci dalam menciptakan pemerataan pembangunan atau pengembangan wilayah yang tepat guna dan tepat hasil salah satunya adalah faktor pertanian. Sedangkan untuk mengetahui kelayakan suatu daerah pertanian atau jenis tanaman pertanian dapat dilakukan dengan mengadakan sebuah penilaian kelayakan atau cocok tidaknya suatu daerah dengan tanaman yang bisa tumbuh atau hidup di daerah tersebut. Metode yang digunakan dalam perancangan perangkat lunak ini adalah metode waterfall. Perangkat lunak ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman php, sedangkan basis data menggunakan MySQL. Sistem ini menerima input berupa data tanaman dan data daerah. Sedangkan output dari sistem ini berupa rekomendasi jenis tanaman dan daerah pertanian yang sesuai untuk hidup didaerah tertentu. Dengan adanya perangkat lunak ini akan lebih mempermudah pengguna dalam memantau maupun mendapatkan informasi tentang pertanian baik daerah maupun jenis tanaman pertanian.

**Kata Kunci : Basis Data Fuzzy, Waterfall, Pertanian**

## **1. PENDAHULUAN**

Pengembangan visi pembangunan dan pengembangan wilayah oleh suatu daerah harus betul-betul mampu mengantarkan suatu daerah ke arah dan tujuan yang ingin dicapai secara tepat guna dan tepat hasil. Salah satu faktor yang masuk dalam pengembangan dan pembangunan wilayah adalah pertanian. Seiring dengan meningkatnya pembangunan di sektor pertanian, suatu informasi pertanian sangat berguna bagi para perencana pembangunan sektor pertanian untuk merekomendasikan dan mengidentifikasi lokasi tertentu bagi pertanian. Guna untuk pencapaian sasaran dan hasil yang tepat diperlukan suatu perangkat-perangkat tertentu yang mampu memberikan kemudahan.

Program komputer dapat menjadi alat yang baik untuk memberikan kemudahan tersebut. Pengetahuan yang dimiliki oleh para peneliti dan praktisi tentang lahan pertanian dapat dituangkan ke dalam program komputer sehingga penentuan kesesuaian lahan pertanian dapat dilakukan dengan mudah dan cepat baik oleh para peneliti dan praktisi maupun oleh pengguna lainnya. Perkembangan teknologi web menjadi alasan aplikasi ini dibuat berbasis web, agar memberikan kemudahan kepada pengguna dimanapun dan kapanpun dapat mengakses aplikasi ini. Sistem fuzzy merupakan salah satu cabang kecerdasan buatan yang dapat membantu manusia untuk mengambil keputusan yang optimal dari suatu permasalahan yang tidak pasti (samar). Dengan demikian diharapkan perangkat lunak yang dibangun dapat menangani permasalahan tentang penentuana kesesuaian lahan pertanian.

Beranjak dari latar belakang yang ada pada dasarnya permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana cara membangun aplikasi online yang dapat digunakan untuk menentukan kesesuaian lahan pertanian menggunakan basis data fuzzy. Tujuan penelitian ini untuk membangun aplikasi online yang dapat digunakan untuk menentukan kesesuaian lahan pertanian menggunakan basis data fuzzy. Aplikasi yang akan dibangun diharapkan dapat menangani permasalahan tentang penentuan jenis tanaman dan daerah tanaman dan diharapkan pemakai (*user*) dapat dengan mudah dan cepat memperoleh informasi tentang jenis tanaman dan daerah tanaman yang sesuai dengan kondisi lahan yang ada.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang menggunakan sistem pakar telah dilakukan, antara lain: Hafsah,dkk. (2007) membuat Penentuan Topologi Daerah Pertanian dan Jenis Tanaman Pertanian menggunakan Basis Data Fuzzy. Penelitian-penelitian tersebut diatas, tidak sama dengan penelitian yang akan dibuat yaitu aplikasi online untuk menentukan kesesuaian lahan pertanian yang menggunakan basis data fuzzy. Tapi secara umum aspek-aspek yang diperoleh peneliti-peneliti terdahulu memberi dukungan informasi yang diperlukan.

### 2.1 Logika Fuzzy

Konsep logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh professor Lotfi A. Zadeh dari Universitas California, pada bulan Juni 1965. Logika fuzzy merupakan generalisasi dari logika klasik yang hanya memiliki dua nilai keanggotaan yaitu 0 dan 1. Dalam logika fuzzy, nilai kebenaran suatu pernyataan berkisar dari sepenuhnya benar sampai dengan sepenuhnya salah. Dengan teori himpunan fuzzy, suatu objek dapat menjadi anggota dari banyak himpunan dengan derajat keanggotaan yang berbeda dalam masing-masing himpunan. Konsep ini berbeda dengan teori himpunan biner (*crisp*). Teori himpunan biner tergantung pada logika dua-nilai (*two-valued logic*) untuk menentukan apakah sebuah objek merupakan suatu anggota himpunan atau bukan (Klir & Bo,1995).

#### 2.1.2 Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu (Kusumadewi,2004):

- Linguistik*, penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: dingin,sejuk,normal,hangat,panas.
- Numeris*, suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti: 0, 1, 2, 3, 4, dst.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu :

- Variabel fuzzy. Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: Temperatur, curah hujan, kelembaban dsb.
- Himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy. Misalnya, variabel temperatur mempunyai himpunan fuzzy, yaitu "dingin", "sejuk", "normal", "hangat", "panas".
- Semesta Pembicaraan. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.
- Domain. Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilainya dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

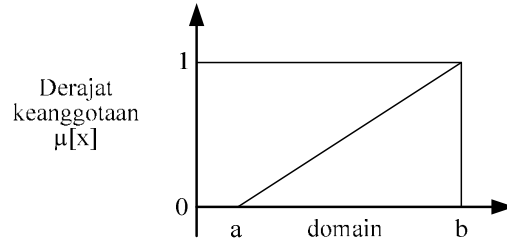
#### 2.1.3 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1 (Kusumadewi,2004).

### 1. Representasi Linear

---

Pada fungsi keanggotaan linear, pemetaan input kederajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada dua keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama kenaikan himpunan dimulai pada nilai yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak kekanan menuju nilai yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

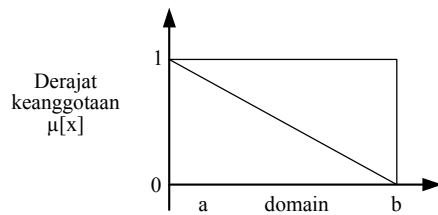


**Gambar 1.** Fungsi Keanggotaan linear naik

Fungsi Keanggotaan:

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

Kedua, merupakan kebalikan dari fungsi linear naik. Garis lurus dimulai dari nilai dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



**Gambar 2.** Fungsi Keanggotaan linear turun

Fungsi Keanggotaan:

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

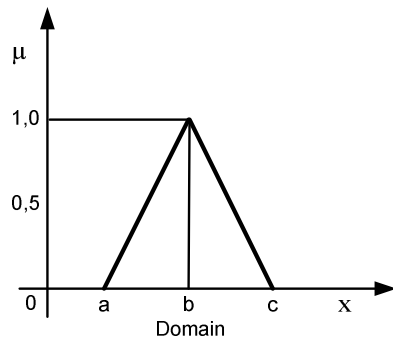
**2. Representasi Kurva Segitiga**

Fungsi keanggotaan segitiga ditandai oleh adanya 3 (tiga) parameter {a, b, c}, yang akan menentukan koordinat x dari tiga sudut.

$$\text{Segitiga}(x;a,b,c) = \begin{cases} 0; & x < a \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b); & b \leq x \leq c \\ 0; & x > c \end{cases} \dots\dots\dots(3)$$

atau sama dengan rumus berikut :

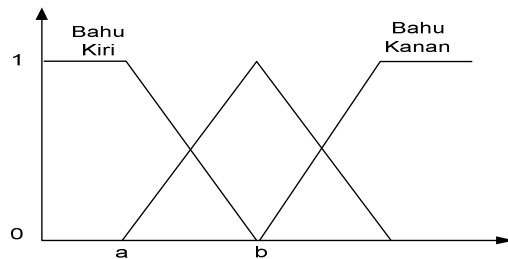
$$\text{Segitiga}(x;a,b,c) = \max \left( \min \left( \frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b} \right), 0 \right) \dots\dots\dots(4)$$



**Gambar 3.** Fungsi Kurva Segitiga

**3. Representasi Kurva Bahu**

Himpunan fuzzy bahu digunakan untuk mangakhiri variabel suatu daerah fuzzy. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar.



**Gambar 4.** Fungsi Kurva Bahu

Fungsi Keanggotaan:

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

**2.1.4 Sistem Basis data Fuzzy (Fuzzy Database System)**

Sistem basis data fuzzy ini merupakan salah satu metode fuzzy yang menggunakan basis data standar.

**2.2 Evaluasi lahan**

Evaluasi lahan adalah proses dalam membuka potensi lahan untuk penggunaan tertentu baik untuk pertanian maupun non pertanian. Potensi suatu wilayah pengembangan pertanian pada dasarnya ditentukan oleh kecocokan antara sifat fisik lingkungan yang mencakup iklim, tanah, terrain yang terdiri dari lereng, topografi/bentuk wilayah, batuan di permukaan dan di dalam penampang tanah serta singkapan batuan (*rock outcrop*), hidrologi dan persyaratan penggunaan lahan atau persyaratan tumbuh tanaman. Kecocokan antara sifat fisik lingkungan dari suatu wilayah dengan persyaratan penggunaan atau komoditas yang dievaluasi memberikan gambaran atau informasi bahwa lahan tersebut potensial dikembangkan untuk komoditas tersebut. Hal ini mempunyai pengertian bahwa jika lahan tersebut digunakan untuk penggunaan tertentu dengan mempertimbangkan berbagai asumsi mencakup masukan (*input*) yang diperlukan akan mampu memberikan hasil (keluaran) sesuai dengan yang diharapkan.

**3. METODE PENELITIAN**

Metodologi yang akan digunakan pada penelitian ini antara lain ; Studi Literatur dan SDLC (*System Development Life Cycle*) yang meliputi tahap *Analysis, Design, Implementation, Testing* dan *Maintenance* (Pressman, 2002).

**3.1 Analisis Sistem**

Hasil analisis terdiri dari masukan sistem, keluaran sistem, kebutuhan fungsi, proses yang harus dipenuhi, antar muka, kebutuhan perangkat keras, kebutuhan perangkat lunak.

### 1. Masukan Sistem

Masukan data untuk aplikasi online menggunakan basis data fuzzy untuk menentukan kesesuaian lahan pertanian ini adalah berupa variabel-variabel yang diperlukan untuk mengukur kelayakan suatu daerah pertanian, variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini misalnya : Temperatur rata-rata ( $^{\circ}\text{C}$ ), Curah hujan (mm/tahun), Kelembaban udara (%), Kemiringan (%), Kedalaman tanah (cm), dan pH H<sub>2</sub>O.

### 2. Keluaran Sistem

Keluaran dari aplikasi online menggunakan basis data fuzzy untuk menentukan kesesuaian lahan pertanian terdiri dari tampilan informasi tumbuhan yang bisa ditanam pada suatu daerah tertentu dan informasi tentang kelayakan suatu daerah untuk ditanami tanaman yang bisa hidup pada daerah tertentu.

### 3. Kebutuhan Fungsi

Pada aplikasi online menggunakan basis data fuzzy untuk menentukan kesesuaian lahan pertanian diperlukan fungsi-fungsi khusus yang berguna untuk sistem agar sistem dapat dijalankan. Fungsi-fungsi tersebut adalah :

- Fungsi pembentuk himpunan dan penghitungan derajat keanggotaan.
- Fungsi ini bertujuan untuk membentuk himpunan fuzzy dari variable-variabel yang ada dengan menggunakan metode Tahani.
- Fungsi penyimpanan data. Fungsi ini untuk menyimpan data daerah dan jenis tanaman.
- Fungsi pencarian. Untuk menampilkan nama daerah dan jenis tanaman yang sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Query yang digunakan adalah query fuzzy yang didasarkan atas manipulasi bahasa yang dikenal dengan nama SQL.
- Fungsi menampilkan. Fungsi ini berguna untuk menampilkan kelayakan daerah untuk ditanami dan tanaman mana yang bisa hidup didaerah tertentu.

### 4. Proses Yang Harus Dipenuhi

Proses yang harus dipenuhi oleh aplikasi online menggunakan basis data fuzzy untuk menentukan kesesuaian lahan pertanian antara lain :

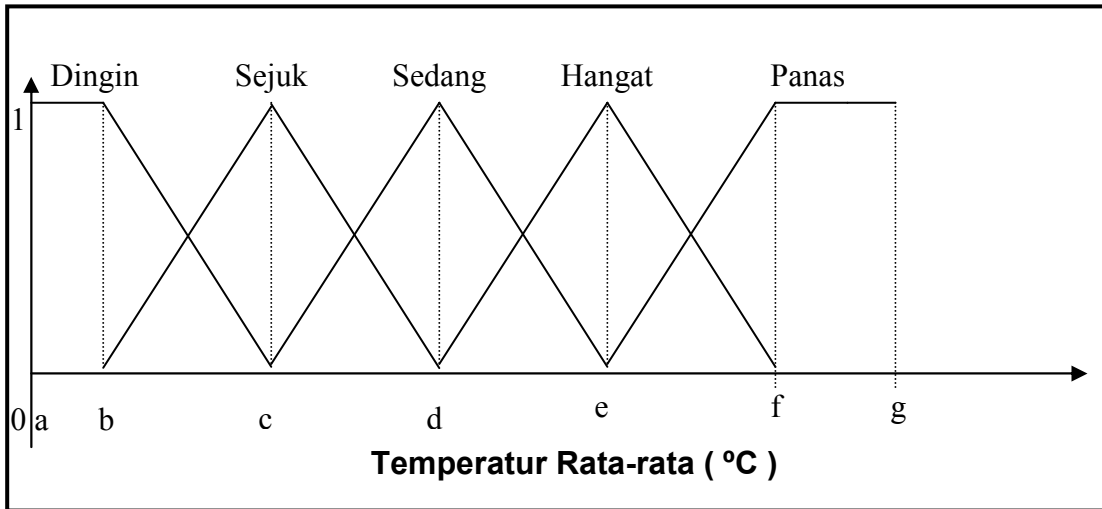
- Komposisi variabel–variabel input sistem fuzzy, seperti : Temperatur rata-rata, Curah hujan, Kelembaban udara, Kemiringan, Kedalaman Tanah, pH H<sub>2</sub>O yang bersifat tetap. Aturan variable-variabel tersebut tidak dapat diubah-ubah harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- Komposisi output sistem fuzzy, yaitu : kelayakan daerah untuk ditanami atau tanaman yang bisa hidup di daerah tertentu.

## 3.2 Perancangan Sistem

### 1. DFD (*Data Flow Diagram*)

Diagram arus data level 1 untuk sistem ini terdiri dari 7 proses,yaitu proses mengolah login, proses mengolah data tanaman, proses mengolah data daerah, proses mengolah data variabel dan batasan himpunan fuzzy, proses menghitung Mu, proses mencari kriteria tanaman atau daerah, proses menghitung derajat keanggotaan dan fire strength. Pada proses login admin memasukkan data login dan mendapatkan konfirmasi login setelah masuk tabel login. Pada proses mengolah data tanaman data diambil dan disimpan di table tanaman. Pada proses mengolah data daerah data diambil dan disimpan di tabel daerah. Pada proses mengolah data variable dan batasan himpunan fuzzy data diambil dan disimpan di tabel variabel. Pada proses mengolah data tanaman dan daerah terlebih dahulu admin menginputkan data tanaman dan daerah yang kemudian akan diolah dan dapat diketahui nilai Mu Tanaman dan Mu daerah. Data disimpan pada table Mu tanaman dan Tabel Mu daerah. Untuk proses pencarian data tanaman dan daerah, terlebih dahulu user memasukkan kriteria yang diinginkan berdasarkan data variabel yang terdapat pada tabel variabel. Kemudian data akan diolah sehingga dapat diketahui nilai *fire strength* suatu tanaman maupun daerah yang direkomendasikan dapat dilihat pada gambar 7.

2. Representasi Kurva Variabel Temperatur



Gambar 5. Representasi Kurva Variabel Temperatur

Pada gambar diatas terlihat bahwa semesta pembicaraan yang digunakan adalah mulai dari a sampai dengan g, sedangkan fungsi keanggotaan pada himpunan variable di atas adalah :

1. Himpunan Fuzzy Dingin

$$\mu_{Dingin} [X] = \begin{cases} 1 & \longrightarrow x \leq b \\ (c - x) / (c - b) & \longrightarrow b \leq x \leq c \\ 0 & \longrightarrow x \geq c \dots\dots\dots(6) \end{cases}$$

2. Himpunan Fuzzy Sejuk

$$\mu_{Sejuk}[X] = \begin{cases} 0 & \longrightarrow x \leq b \text{ Atau } x \geq d \\ (x - b) / (c - b) & \longrightarrow b \leq x \leq c \\ (d - x) / (d - c) & \longrightarrow c \leq x \leq d \dots\dots\dots(7) \end{cases}$$

3. Himpunan Fuzzy Sedang

$$\mu_{Sedang} [X] = \begin{cases} 0 & \longrightarrow x \leq c \text{ Atau } x \geq e \\ (x - c) / (d - c) & \longrightarrow c \leq x \leq d \\ (e - x) / (e - d) & \longrightarrow d \leq x \leq e \dots\dots\dots(8) \end{cases}$$

4. Himpunan Fuzzy Hangat

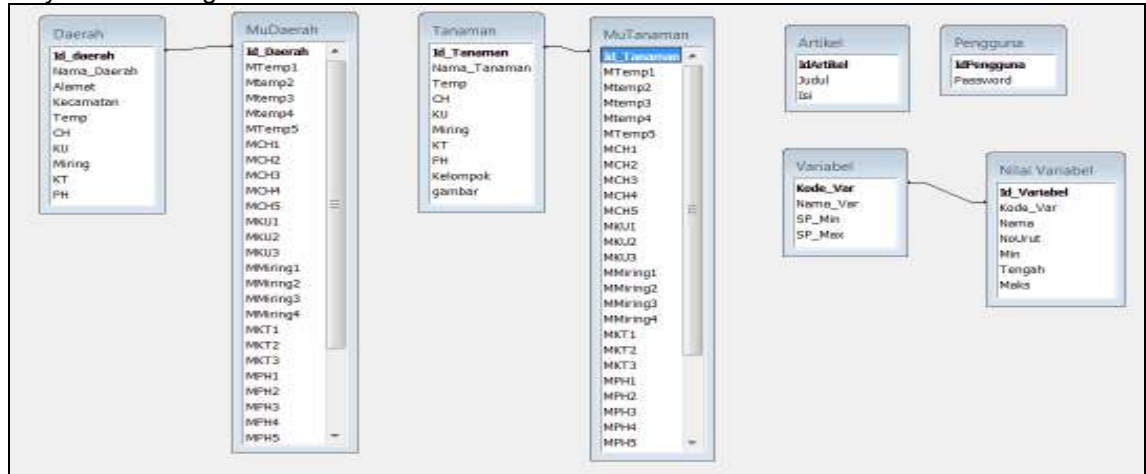
$$\mu_{Hangat}[X] = \begin{cases} 0 & \longrightarrow x \leq d \text{ Atau } x \geq f \\ (x - d) / (e - d) & \longrightarrow d \leq x \leq e \\ (f - x) / (f - e) & \longrightarrow e \leq x \leq f \dots\dots\dots(9) \end{cases}$$

5. Himpunan Fuzzy Panas

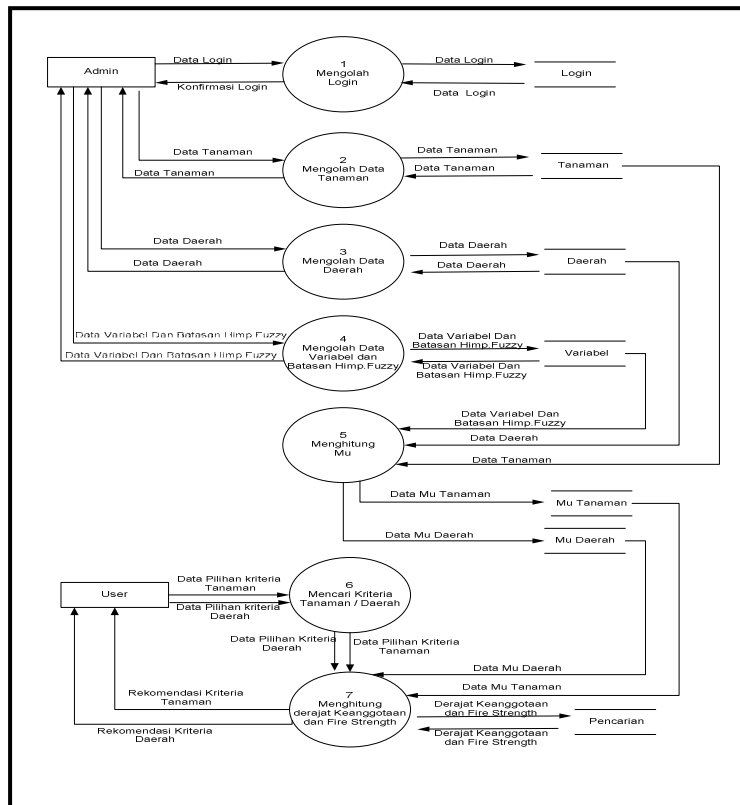
$$\mu_{\text{Hangat}}[X] = \begin{cases} 0 & \longrightarrow x \leq e \\ (x - e) / (f - e) & \longrightarrow e \leq x \leq f \\ 1 & \longrightarrow x \geq f \dots\dots\dots(10) \end{cases}$$

3. Rancangan Basis Data

Komponen-komponen yang ada pada relasi antar tabel yang berupa himpunan entitas dan himpunan relasi akan ditransformasikan menjadi tabel-tabel sedangkan atributnya dinyatakan sebagai *field-field* dari tabel



Gambar 6. Relasi Antar Tabel



Gambar 7. DFD Level 1

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Halaman Daftar Tanaman**

Halaman ini digunakan oleh administrator untuk melihat dan update data tanaman. Pada halaman ini Administrator dapat melakukan tambah, ubah dan hapus data tanaman dan pada waktu tombol simpan di jalankan data tanaman diproses kemudian disimpan dalam basis data. Dapat dilihat pada gambar 8.



**Gambar 8.** Tampilan Halaman Daftar Tanaman

**4.2 Halaman Daftar Variabel**

Halaman ini digunakan untuk melakukan pemasukan data variabel yang bersifat tetap. Disamping itu pada halaman ini sekaligus untuk memasukkan nilai semesta pembicaraan serta nilai batasan himpunan fuzzy yang digunakan sedangkan untuk variabel sudah ditetapkan dan tidak dapat diubah, untuk tampilan daftar variabel dapat dilihat pada gambar 9.



**Gambar 9.** Tampilan Halaman Daftar Variabel

**4.3 Halaman View Daftar Tanaman**

Pada tampilan halaman view tanaman ini digunakan untuk menampilkan data tanaman yang telah disimpan, pada halaman view tanaman ini user dapat mengetahui jenis-jenis tanaman yang telah di inputkan oleh administrator. Dapat dilihat pada gambar 10.



**Gambar 10.** Tampilan Halaman View Daftar Tanaman



#### 4.4 Halaman Hasil Cari Tanaman

Halaman hasil cari tanaman ini akan menampilkan hasil dari pencarian berdasarkan kriteria yang dipilih. Dapat dilihat pada gambar 11.

The screenshot shows a web application interface titled "APLIKASI UNTUK MENENTUKAN KESESUAIAN LAHAN PERTANIAN". It features a search bar at the top with the text "Pilih jumlah tanaman dan daerah yang ingin dicocokkan". Below the search bar is a grid of plant types with checkboxes for selection. The grid includes categories like "Tanaman", "Tipe Tanah", "Sifat", "Bentuk", "Fungsi", and "Pilih". The result box at the bottom displays "KECOCOKAN = 0.634146341".

Gambar 11. Tampilan Halaman Hasil Cari Tanaman

#### 4.5 Halaman Hasil Cari Daerah

Halaman hasil cari daerah ini akan menampilkan hasil dari pencarian berdasarkan kriteria yang dipilih untuk suatu tanaman yang dipilih, sehingga data daerah yang dicari dapat ditampilkan beserta nilai prosentase tingkat kecocokan daerah. Dapat dilihat pada gambar12.

The screenshot shows the same web application interface as Gambar 11, but with the search criteria adjusted for region suitability. The result box at the bottom displays "KECOCOKAN = 0.6".

Gambar 12. Tampilan Halaman Hasil Cari Daerah

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat dikemukakan kesimpulan, yaitu telah dihasilkan Aplikasi Online Menggunakan Basis Data Fuzzy Untuk Menentukan Kesesuaian Lahan Pertanian, yang dapat digunakan sebagai salah satu sarana untuk mempermudah para user baik ahli atau amatir dalam menentukan daerah pertanian yang sesuai untuk ditanami.

#### 5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk mendukung pengembangan aplikasi ini agar menjadi lebih baik adalah :

1. Keamanan data perlu ditambah dalam hal pengaksesan data oleh administrator sehingga menjamin data yang diinputkan sesuai dengan yang diharapkan.
2. Sistem perangkat lunak ini perlu dikembangkan lebih lanjut supaya perangkat lunak ini lebih mudah diakses dan menghasilkan data-data yang lebih akurat tentang pertanian sehingga lebih tepat guna dalam pelaksanaannya dengan menambah faktor-faktor (variabel) yang mempengaruhi penentuan kesesuaian lahan.

---

**6. DAFTAR PUSTAKA**

- Croom, Fred , 1997, *Principles Of Topolog*, The University of the South.
- Djaenudin, D., Marwan, H., Subagyo, H., Mulyani, A., & Suharta, N.,2000, *Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Pertanian*, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Fathansyah, Ir ,1999, *Basis Data*, Informatika, Bandung.
- Hafsah, Kaswidjanti,Wilis., Cahyono, R.R., 2007, *Penentuan Topologi Daerah Pertanian dan Jenis Tanaman Pertanian menggunakan Basis Data Fuzzy*, Jurnal Informatika "Telematika", Vol.4 No.1, Juli 2007, ISSN : 1829-667X
- Havinga H.N.J, van der Veer P., Brouwer, J. Cser., 1999, *Fuzzy Logic*, Technical Report. Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, Netherlands.
- Kusumadewi, S, 2004, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Klir, G. J & Y. Bo., 1995, *Fuzzy Set and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Prentice-Hall International, Inc, New Jersey.
- Negoita, C. V., 1985, *Expert Systems and Fuzzy Systems*. The Benjamin/cummings Publishing Company, Inc. California.
- Pressman, S.R., 2002, *Rekayasa Perangkat Lunak (Pendekatan Praktisi)*, Andi Ofset, Yogyakarta.
- Wang, L. 1997. *A Course in Fuzzy Systems and Control*. Prentice-Hall International, Inc., New Jersey.
-