

**SISTEM PAKAR ANALISIS KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN
TEBU MENGGUNAKAN METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM*
MAMDANI**

SKRIPSI



Oleh

Ahmad Dandi Irawan

E41180087

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2022**

**SISTEM PAKAR ANALISIS KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN
TEBU MENGGUNAKAN METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM*
MAMDANI**

SKRIPSI



Oleh

Ahmad Dandi Irawan

E41180087

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2022**

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

**SISTEM PAKAR ANALISIS KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN
TEBU MENGGUNAKAN METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM*
*MAMDANI***

Ahmad Dandi Irawan (NIM E41180087)

Telah Diuji pada Tanggal dan Dinyatakan Menemenuhi Syarat

Ketua Penguji

I Gede Wiryawan, S.Kom., M.Kom

NIP. 19880117 201903 1 008

Sekretaris Penguji

Anggota Penguji

Zilvanhisna Emka Fitri, ST., MT

NIP. 19920302 201803 2 001

Nanik Anita Mukhlisoh, S.ST., MT

NIP. 19860609 200812 2 004

Dosen Pembimbing

Zilvanhisna Emka Fitri, ST., MT

NIP. 19920302 201803 2 001

Mengesahkan,

Ketua Jurusan Teknologi Informasi

Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom, M.Cs

NIP. 19830203 200604 1 003

SURAT PERNYATAAN

Nama : Ahmad Dandi Irawan

NIM : E41180087

Menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan Tugas Akhir/Skripsi/Tesis saya yang berjudul “Sistem Pakar Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Tebu Menggunakan Metode *Fuzzy Inferance System Mamdani*” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi manapun.

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 lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Skripsi ini.

Jember, 07 Juni 2022

Ahmad Dandi Irawan

E41180087



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

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Ahmad Dandi Irawan
NIM : E41180087
Program Studi : Teknik Informatika
Jurusan : Teknologi Informasi

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

**Sistem Pakar Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Tebu
Menggunakan Metode *Fuzzy Inference System Mamdani***

Dengan Hak Bebas Royalti 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 izin 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 : Bondowoso
Pada Tanggal: 07 Juni 2022
Yang menyatakan,

Nama : Ahmad Dandi Irawan
NIM : E41180087

MOTTO

“Optimisme merupakan kepercayaan yang menuju pencapaian. Tidak ada yang bisa dilakukan tanpa adanya harapan dan keyakinan.”

(Hellen Keller)

“Senyuman adalah salah satu cara terbaik dalam mengatasi berbagai situasi.”

(Ahmad Dandi Irawan)

PERSEMBAHAN

Rasa syukur kepada Allah S.W.T yang senantiasa memberikan kemudahan dan kelancaran dalam proses pengerjaan skripsi sehingga dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Karya Tulis Ilmiah ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran serta kemudahan atas apa yang saya kerjakan dan butuhkan selama penelitian ini.
2. Kedua orangtua yang sangat saya cintai Ayahanda Abdul Mukti dan Ibunda Lailatul Kiptiyah yang telah memberikan kasih sayang, semangat serta doa yang tidak pernah henti dan pengorbanan yang tak terhingga.
3. Adik kandung saya Ahmad Fadil Ubaidillah yang sangat saya sayangi terimakasih atas doa dan dukungannya.
4. Bapak Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom., M.Cs. selaku Ketua Jurusan Teknologi Informasi, dan Ibu Trismayanti Dwi P, S.Kom., M.Cs. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
5. Ibu Zilvanhisna Emka Fitri, ST., MT selaku dosen pembimbing. Saya ucapkan terimakasih atas segala bantuan bimbingan dan motivasinya.
6. Bapak I Gede Wiryawan, S.Kom., M.Kom selaku Ketua penguji dan Ibu Nanik Anita Mukhlisoh, S.ST., MT selaku Anggota penguji yang telah memberikan bantuan, saran dan masukan yang bersifat membangun.
7. Para staf pengajar Politeknik Negeri Jember khususnya Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan serta nasehat yang sangat bermanfaat.
8. Para pegawai Pabrik Gula Prajekon kabupaten Bondowoso, terimakasih atas bantuan dan dukungan yang diberikan.
9. Seluruh teman-teman Program Studi Teknik Informatika Politeknik Negeri Jember angkatan 2018.
10. Almamater tercinta Politeknik Negeri Jember.

Sistem Pakar Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Tebu
Menggunakan Metode *Fuzzy Inference System Mamdani*.
Expert System for Land Suitability Analysis for Sugar Cane Using the
Mamdani Fuzzy Inference System Method.

Pembimbing (1 orang)
Zilvanhisna Emka Fitri, ST., MT

Ahmad Dandi Irawan
Study Program Informatics Engineering
Majoring of Information Technology
Program Studi Teknik Informatika
Jurusan Teknologi Informasi

ABSTRACT

Land suitability is the degree of suitability of a plot of land for a particular use. Land suitability classification involves the comparison (matching) between land quality and the desired land use requirements. Sugarcane is one of the important commodities in agriculture, because the results of sugarcane processing are used as raw materials for making sugar which has become a necessity for industry and households. Given the importance of sugar cane for Indonesia, the management of sugarcane cultivation must be given great attention. There are many varieties of sugar cane seeds but some varieties of sugar cane that do not reach the maximum sugar production target because they are not in accordance with the land at the time of planting, so that farmers experience losses and sugar factories also cannot produce sugar production according to the target. Selection of suitable land is very important to increase the productivity of gardens and agricultural land. Fuzzy logic and fuzzy set theory show great potential for effectively solving uncertainty problems. Fuzzy inference is the process of formulating a mapping from the given input to the output using fuzzy logic. Mapping then becomes the basis from which a decision is made. FIS (Fuzzy Inference System) Mamdani is one of the most

frequently used inference methods for fuzzy logic control problems. The Fuzzy Inference System Mamdani is more like a human mindset because the implications function between the antecedent and the consequent are both in the Mamdani-FIS fuzzy set in performing computations to get the expected output.

Keywords: *Land Suitability, Fuzzy Inference System Mamdani, Expert System.*

RINGKASAN

Sistem Pakar Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Tebu Menggunakan Metode *Fuzzy Inference System Mamdani*, Ahmad Dandi Irawan, NIM E41180087, Tahun 2022, 84hlm, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember, Zilvanhisna Emka Fitri, ST., MT (Dosen Pembimbing).

Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan suatu bidang lahan untuk suatu penggunaan tertentu. Klasifikasi kesesuaian lahan menyangkut perbandingan (*matching*) antara kualitas lahan dengan persyaratan penggunaan lahan yang diinginkan. Tanaman tebu merupakan salah satu komoditas penting di bidang pertanian, karena hasil dari pengolahan tebu dijadikan sebagai bahan baku pembuatan gula yang sudah menjadi kebutuhan industri dan rumah tangga. Mengingat betapa pentingnya tanaman tebu bagi Indonesia, maka pengelolaan budidaya tanaman tebu haruslah sangat diperhatikan. Ada banyak varietas bibit tebu namun beberapa varietas tebu yang tidak mencapai target produksi gula dengan maksimal karena tidak sesuai dengan lahan pada saat tanam, sehingga petani mengalami kerugian serta pabrik gula juga tidak bisa menghasilkan produksi gula sesuai dengan target. Pemilihan lahan yang sesuai sangat penting untuk meningkatkan produktivitas kebun maupun lahan pertanian. Logika *fuzzy* dan teori himpunan *fuzzy* menunjukkan potensi yang besar untuk menyelesaikan secara efektif permasalahan ketidakpastian. *Fuzzy inference* adalah proses merumuskan pemetaan dari input yang diberikan ke output dengan menggunakan logika *fuzzy*. Pemetaan kemudian menjadi dasar dari mana suatu keputusan diambil. FIS (*Fuzzy Inference System*) Mamdani merupakan salah satu metode penalaran (*inference*) yang paling sering digunakan untuk persoalan kendali logika *fuzzy*. *Fuzzy Inference System Mamdani* lebih menyerupai pola pikir manusia karena fungsi implikasi antara antecedent dengan consequent sama-sama dalam himpunan *fuzzy Mamdani* - FIS dalam melakukan komputasi untuk mendapatkan output yang diharapkan.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga laporan tugas akhir skripsi yang berjudul “Sistem Pakar Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Tebu Menggunakan Metode *Fuzzy Inferance System Mamdani*” yang dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan laporan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Saiful Anwar, S.Tp, M.P selaku Direktur Politeknik Negeri Jember.
2. Bapak Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom M.Cs selaku Ketua Jurusan Teknologi Informasi.
3. Ibu Trismayanti Dwi P, S.Kom, M.Cs selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Zilvanhisna Emka Fitri, ST., MT selaku Dosen Pembimbing.
5. Bapak Haryanto selaku Staf Pegawai Pabrik Gula Prajejan Bondowoso dan Penanggung Jawab mengenai data pemilihan lahan tebu yang sesuai.
6. Dosen dan staf Program Studi Teknik Informatika yang telah membantu dalam pelaksanaan skripsi dan penulisan laporan ini.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Informatika 2018 dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

Jember, 07 Juni 2022

Ahmad Dandi Irawan

E41180087

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
PERNYATAAN.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
RINGKASAN	x
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tebu	4
2.2 Varietas Tebu.....	5
a. Tebu Hitam (BL)	5

b. Tebu Hijau	5
2.3 Suhu	6
2.4 Curah Hujan	6
2.5 Ketinggian	6
2.6 Kesusiaan Lahan	7
2.7 Sistem Pakar	8
2.8 <i>Fuzzy Inference System Mamdani</i>	8
2.9 <i>State of The Art</i>	11
BAB 3. METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Tahapan Penelitian	15
3.4 Jadwal Penelitian	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4. 1 Analisis Kebutuhan	18
4.2 Pengumpulan Data	18
4. 2 Perhitungan Metode <i>Fuzzy</i>	21
4.2.1 Perhitungan Tanaman Tebu	21
4.2.2 Hasil Implementasi Perhitungan Manual	33
4. 3 Rancangan <i>User Interface</i>	33
4. 4 Pengembangan Sistem	37
4.4.1 Pembuatan <i>User Interface Free Access</i>	37
4.4.2 Pembuatan <i>User Interface Admin</i>	39
4.3 Pengujian Sistem	43
4.3.1 Pengujian Akurasi Sistem	43

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tebu Hitam (BL).....	5
Gambar 2. 2 Tebu Hijau (PS 862).....	6
Gambar 2. 3 Flowchat FIS Metode <i>Mamdani</i>	11
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	15
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem.....	16
Gambar 4. 1 Design Tampilan <i>Home</i>	34
Gambar 4. 2 Design Tampilan <i>Login</i>	34
Gambar 4. 3 Design Tampilan Kriteria.....	35
Gambar 4. 4 Design Tampilan <i>Home</i> Admin	35
Gambar 4. 5 Design Halaman Aturan	36
Gambar 4. 6 Design Halaman Data.....	36
Gambar 4. 7 Design Halaman Perhitungan.....	37
Gambar 4. 8 Halaman <i>Home</i>	38
Gambar 4. 9 Halaman Tentang Sistem	38
Gambar 4. 10 Halaman Pengetahuan	39
Gambar 4. 11 Halaman <i>Home</i> Admin.....	40
Gambar 4. 12 Halaman Kriteria	40
Gambar 4. 13 Halaman Aturan	41
Gambar 4. 14 Halaman Data Aturan.....	42
Gambar 4. 15 Halaman Data.....	42
Gambar 4. 16 Halaman Perhitungan	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of The Art</i>	11
Tabel 2. 2 Lanjutan <i>State of The Art</i>	12
Tabel 2. 3 Lanjutan <i>State of The Art</i>	13
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	17
Tabel 4. 1 Data Parameter Jenis Tebu.....	18
Tabel 4. 2 Kelas Kesesuaian Lahan	19
Tabel 4. 3 Kriteria Teknis Kesesuaian Lahan	20
Tabel 4. 4 Lanjutan Kriteria Teknis Kesesuaian Lahan	21
Tabel 4. 5 Pengujian Akurasi Sistem	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Observasi	48
Lampiran 2. Dokumentasi Pengujian	48
Lampiran 3. Pengujian UAT	50
Lampiran 4. Pengujian <i>Black box</i>	56

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum L*) merupakan tanaman perkebunan semusim, yang mempunyai sifat tersendiri, sebab di dalam batangnya terdapat zat gula. Tebu termasuk keluarga rumput-rumputan (graminae) seperti halnya padi, glagah, jagung, bambu dan lain lain (Nurmuslimah., 2020). Tanaman tebu merupakan salah satu komoditas penting di bidang pertanian, karena hasil dari pengolahan tebu dijadikan sebagai bahan baku pembuatan gula yang sudah menjadi kebutuhan industri dan rumah tangga. Mengingat betapa pentingnya tanaman tebu bagi Indonesia, maka pengelolaan budidaya tanaman tebu haruslah sangat diperhatikan. Salah satunya adalah pengolahan tanah pada lahan perkebunan tebu. Pengolahan tanah pada tanaman tebu sangat penting untuk diperhatikan karena dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil produksi tanaman tebu nantinya (Viky., 2020).

Ada banyak varietas bibit tebu namun beberapa varietas tebu yang tidak mencapai target produksi gula dengan maksimal karena tidak sesuai dengan lahan pada saat tanam, sehingga petani mengalami kerugian serta pabrik gula juga tidak bisa menghasilkan produksi gula sesuai dengan target. Pemilihan varietas tebu yang sesuai dengan kondisi lahan, jenis tanah, suhu udara, perolehan sinar matahari dan tingkat curah hujan sangat penting untuk meningkatkan produktivitas kebun maupun lahan pertanian (Daniel., 2018). Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan suatu bidang lahan untuk suatu penggunaan tertentu. Klasifikasi kesesuaian lahan menyangkut perbandingan (*matching*) antara kualitas lahan dengan persyaratan penggunaan lahan yang diinginkan. Penilaian kesesuaian lahan dapat dilakukan dengan menggunakan hukum minimum yaitu membandingkan antara kualitas lahan dan karakteristik lahan sebagai parameter dengan kriteria kelas kesesuaian lahan yang telah disusun berdasarkan persyaratan penggunaan lahan atau persyaratan tumbuh tanaman (Novita et al., 2019).

Pengolahan lahan yang tidak sesuai dengan kesesuaian lahan terbukti dengan hasil panen yang tidak stabil. Evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman tebu bertujuan untuk meningkatkan produksi pertanian agar optimal dan menjaga kelestarian sumber daya alam, sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap lahan yang ada agar dapat dimanfaatkan secara optimal (Viky., 2020). Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu sistem pakar untuk dapat menganalisis ketepatan lahan tanaman tebu berdasarkan ketinggian, suhu udara dan curah hujan. Agar mendapatkan kemudahan dalam memperoleh informasi, dapat dilakukan dengan melakukan konsultasi kepada pakar atau ahli yang menangani masalah kesesuaian lahan. Sehingga dapat memaksimalkan hasil panen bagi petani. Sistem pakar adalah program kecerdasan buatan yang menggabungkan basis pengetahuan (*knowledge base*) dengan sistem inferensi, dan merupakan suatu perkembangan inovasi yang inovatif dalam menghimpun ilmu pengetahuan (Egasari et al., 2017).

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan dalam menerapkan sistem pakar pemilihan varietas tebu yang sesuai dengan lahan diantaranya menggunakan *Fuzzy Inference System Mamdani*. Logika *fuzzy* dan teori himpunan *fuzzy* menunjukkan potensi yang besar untuk menyelesaikan secara efektif permasalahan ketidakpastian. *Fuzzy inference* adalah proses merumuskan pemetaan dari input yang diberikan ke output dengan menggunakan logika *fuzzy*. Pemetaan kemudian menjadi dasar dari mana suatu keputusan diambil (Daniel., 2018).

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan, penulis membuat sistem pakar dengan judul “Sistem Pakar Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Tebu Menggunakan Metode *Fuzzy Inference System Mamdani*”. Keluaran yang dirancang dari sistem pakar ini adalah apakah varietas tanaman tebu yang cocok dengan lahan petani. Harapannya Sistem Pakar ini dapat membantu memudahkan petani dalam mengetahui lahan yang sesuai pada jenis varietas tanaman tebu.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimanakah membuat sistem pakar kesesuaian lahan aktual untuk varietas tanaman tebu menggunakan metode *Fuzzy Inference System Mamdani*.

1.3 Tujuan

Tujuan pada penelitian ini yaitu membuat Sistem Pakar analisis ketepatan lahan untuk varietas tanaman tebu dengan menggunakan metode *Fuzzy Inference System Mamdani*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Dapat membantu petani dalam menentukan kesesuaian lahan varietas tanaman tebu.
2. Dapat menjadi acuan atau referensi untuk penelitian penelitian lain mengenai sistem pakar dan algoritma *Fuzzy Inference System Mamdani*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tebu

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) adalah tanaman yang dapat tumbuh dengan baik pada kondisi lahan dan lingkungan sesuai dengan persyaratan tumbuhnya dan disertai dengan pengelolaan yang baik pula. Untuk itu informasi mengenai kondisi lahan maupun lingkungan yang sesuai untuk tumbuhnya tanaman tebu sangat diperlukan. Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman perkebunan semusim yang dipanen sekali dalam satu kali siklus hidupnya. Tanaman ini ditanam besar besaran secara monokultur di Indonesia (Novita et al., 2019). Klasifikasi tanaman tebu adalah sebagai berikut :

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae - plants</i>
<i>Subkingdom</i>	: <i>Tracheobionta – Vascular plants</i>
<i>Superdivision</i>	: <i>Spermatophyta – Seed plants</i>
<i>Division</i>	: <i>Magnoliophyta – Flowering plants</i>
<i>Class</i>	: <i>Liliopsida – Monocotyledons</i>
<i>Subclass</i>	: <i>Commelinidae</i>
<i>Order</i>	: <i>Cyperales</i>
<i>Family</i>	: <i>Poaceae – Grass family</i>
<i>Genus</i>	: <i>Saccharum</i> L. – <i>sugarcane</i> P
<i>Species</i>	: <i>Saccharum officinarum</i> L. – <i>sugarcane</i> P

Tebu (*saccharum officinarum*) adalah tanaman yang hanya dapat tumbuh didaerah beriklim tropis dan subtropis. Tanaman tebu termasuk golongan tanaman yang tumbuh di daerah beriklim sedang sampai panas, yaitu terletak diantara 40oLU-38oLS. Pada daerah tropis tanaman tebu dibudidayakan di negara-negara seperti Thailand, Filipina, Malaysia, India dan Indonesia. Sedangkan di daerah subtropis budidaya tebu banyak dijumpai di Amerika Tengah, Amerika Selatan, Australia dan Hawaii (Novita et al., 2019).

2.2 Varietas Tebu

a. Tebu Hitam (BL)

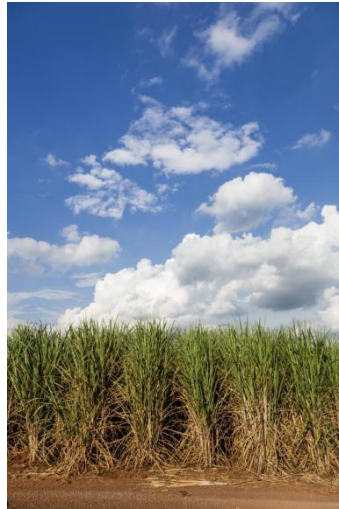
Varietas bululawang (BL) merupakan hasil pemutihan varietas yang ditemukan pertama kali di wilayah Kecamatan Bululawang, Malang Selatan. Varietas bululawang merupakan varietas tebu dengan tipe kemasakan tengah-lambat. Tanaman tebu dengan varietas Bululawang mempunyai akar yang pertama kali terbentuk dari bibit stek yaitu akar adventif yang berwarna gelap dan kurus. Setelah tunas tumbuh maka fungsi akar ini akan digantikan oleh akar sekunder yang tumbuh di pangkal tunas. Pada tanah yang cocok akar tebu dapat tumbuh panjang mencapai 0,5 – 1,0 meter. Tanaman tebu berakar serabut maka hanya pada ujung akar-akar muda terdapat akar rambut yang berperan mengabsorpsi unsur-unsur hara (Hartatik., 2015).



Gambar 2. 1 Tebu Hitam (BL)

b. Tebu Hijau

Tanaman tebu varietas PS 862 memiliki karakter khusus warna permukaan atas daun hijau tua cerah, warna permukaan bawah daun hijau tua cerah pucat, jarak antar tulang daun sempit, ukuran trikoma 16-18 μm , sifat trikoma mudah patah, dan perubahan pH nira setelah didiamkan 12 jam adalah ± 4 (Prabawanti., 2012).



Gambar 2. 2 Tebu Hijau (PS 862)

2.3 Suhu

Suhu yang baik untuk tanaman tebu yang baik berkisar antara 24C hingga 30C, dengan kelembapan nisbi yang dikehendaki adalah 65-70%, dan pH tanah 5,5- 7,0. Kecepatan angin yang optimum untuk pertumbuhan tanaman tebu yaitu kurang dari 10 km/jam (Novita et al., 2019).

2.4 Curah Hujan

Curah hujan yang optimum untuk tanamaan tebu adalah 1.500-2.500 mm pertahun dengan hujan tersebar merata. Selama dalam fase pertumbuhan, tanaman tebu membutuhkan banyak air tetapi setelah tua (6-8 bulan) sampai proses pemasak/panen (12-14 bulan) tanaman tebu membutuhkan bulan kering (Novita et al., 2019).

2.5 Ketinggian

Tanaman tebu dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah seperti tanah alluvial, grumosol, latosol dan regosol dengan ketinggian antara 0–1400m diatas permukaan laut. Akan tetapi lahan yang paling sesuai adalah kurang dari 500m diatas permukaan laut. Ketinggian lebih dari 1200m diatas permukaan laut pertumbuhan tanaman relatif lambat. Kondisi lahan terbaik untuk tebu adalah berlereng panjang, rata dan melandai sampai 2% apabila tanahnya ringan dan 5%

apabila tanahnya lebih berat. Tekstur tanah yang ideal bagi pertumbuhan tanaman tebu adalah tanah ringan sampai agak berat dengan kemampuan menahan air cukup dan porositas 30%. Struktur tanah yang baik untuk pertanaman tebu adalah tanah yang gembur sehingga aerasi udara dan perakaran berkembang sempurna. Tanaman tebu menghendaki solum tanah minimal 50 cm dengan tidak ada lapisan kedap air dan permukaan air 40 cm (Novita et al., 2019).

2.6 Kesesuaian Lahan

Kesesuaian lahan yang dinilai dalam penelitian ini adalah kesesuaian lahan pada tanaman tebu. Kesesuaian lahan ini diperoleh dengan membandingkan antar kualitas lahan dari setiap satuan lahan dengan persyaratan kesesuaian lahan untuk tanaman tebu, Penelitian kesesuaian dalam penelitian ini dilakukan sampai pada kategori tingkat kelas (Novita et al., 2019). Klasifikasi kesesuaian lahan menurut kerangka FAO dapat dibedakan menurut tingkatannya sebagai berikut :

- a. Ordo : Keadaan kesesuaian lahan secara global. Pada tingkat ordo kesesuaian lahan dibedakan antara lahan yang tergolong sesuai (S) dan lahan yang tergolong tidak sesuai (N).
- b. Kelas : Keadaan tingkat kesesuaian dalam tingkat ordo. Pada tingkat kelas, lahan yang tergolong ordo sesuai (S) dibedakan ke dalam tiga kelas, yaitu: lahan sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), dan sesuai marginal (S3). Sedangkan lahan yang tergolong ordo tidak sesuai (N) tidak dibedakan ke dalam kelas-kelas.
- c. Kelas S1, sangat sesuai : Lahan tidak mempunyai faktor pembatas yang berarti atau nyata terhadap penggunaan secara berkelanjutan, atau faktor pembatas yang bersifat minor dan tidak akan mereduksi produktivitas lahan secara nyata.
- d. Kelas S2, Sesuai : Lahan mempunyai faktor pembatas, dan faktor pembatas ini akan berpengaruh terhadap produktivitasnya, memerlukan tambahan masukan (input). Pembatas tersebut biasanya dapat diatasi oleh petani sendiri.
- e. Kelas S3, sesuai marginal : Lahan mempunyai faktor pembatas yang berat, dan faktor pembatas ini akan berpengaruh terhadap produktivitasnya, memerlukan tambahan masukan yang lebih banyak daripada lahan yang tergolong S2.

Untuk mengatasi faktor pembatas pada S3 memerlukan modal tinggi, sehingga perlu adanya bantuan atau campur tangan (intervensi) pemerintah atau pihak swasta. Tanpa bantuan tersebut petani tidak mampu mengatasinya.

- f. Kelas N, tidak sesuai : Lahan yang tidak sesuai (N) karena mempunyai faktor pembatas yang sangat berat dan/atau sulit diatasi.

2.7 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah program pemberi nasehat yang terkomputerisasi yang diajukan untuk meniru proses *reasoning* (pertimbangan) dan pengetahuan dari pakar dalam menyelesaikan permasalahan masalah yang spesifik. Sistem pakar dibagi menjadi 2 bagian utama, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan digunakan oleh pembangun sistem pakar untuk membangun komponen dan untuk membawa pengetahuan ke dalam knowledge base. lingkungan konsultasi digunakan oleh orang yang bukan ahli untuk mendapatkan pengetahuan dan saran setara pakar (Novita et al., 2017). Penerapan sistem pakar dapat memberikan beberapa keuntungan, seperti kinerja yang tinggi, dapat merespon sesuatu dengan cepat, memiliki tingkat kehandalan yang tinggi, dapat memberikan penjelasan tentang tahapan yang dilalui, bersifat fleksibel, dan memberikan daftar alasan yang diperlukan untuk menghasilkan kesimpulan.

2.8 Fuzzy Inference System Mamdani

FIS (*Fuzzy Inference System*) Mamdani merupakan salah satu metode penalaran (*inference*) yang paling sering digunakan untuk persoalan kendali logika fuzzy. Metode ini dikemukakan oleh Mamdani dan Assilian pada tahun 1975, dimana saat itu metode tersebut digunakan untuk mengendalikan mesin uap dan mendidihkan berdasarkan sintesis himpunan kendali aturan linguistic dengan percobaan operator seorang manusia. Metode sistem penalaran FIS Mamdani berdasarkan pada makalah Prof. Dr. Lofti Astor Zadeh (1973) tentang algoritma fuzzy untuk sistem yang kompleks dan proses pengambilan keputusan (Ahmadi., 2018).

Kelebihan metode Mamdani dibandingkan metode sistem penalaran *fuzzy* yang lain, diantaranya adalah karena bersifat intuitif, mencakup bidang yang luas, dan sesuai dengan proses input informasi manusia. Sistem penalaran *fuzzy* metode Mamdani dikenal juga dengan nama metode *Min - Max*. Alasan kenapa sistem penalaran FIS *Mamdani* ini yang diterapkan, karena lebih menyerupai pola pikir manusia karena fungsi implikasi antara *antecedent* dengan *consequent* sama-sama dalam himpunan *fuzzy Mamdani-FIS* dalam melakukan komputasi untuk mendapatkan output yang diharapkan (Ahmadi., 2018). Menurut (Daniel., 2018), Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan :

a. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pembentukan himpunan *fuzzy*, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

b. Aplikasi fungsi implikasi

Pada Metode *Mamdani*, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

c. Komposisi Aturan

Metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu Metode max (*maximum*). Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu_{sf}[X_i] = \max(\mu_{sf}[X_i], \mu_{kf}[X_i])$$

Dengan :

$$\mu_{sf}[X_i] = \text{nilai keanggotaan solusi } \textit{fuzzy} \text{ sampai aturan ke } i$$

$$\mu_{kf}[X_i] = \text{nilai keanggotaan konsekuan } \textit{fuzzy} \text{ aturan ke } i.$$

d. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai *output* nya. Ada beberapa metode *defuzzifikasi* pada komposisi aturan *mamdani*, antara lain:

1) Metode Centroid (*Composite Moment*)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan:

$$z^* = \frac{\int z\mu(z)dz}{\int \mu(z)} \text{ atau } z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j\mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

2) Metode Bisektor

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan separo dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan :

$$\int_{\mathfrak{R}_1}^p \mu(z)dz = \int_p^{\mathfrak{R}_n} \mu(z)dz$$

3) Metode *Mean of Maximum* (MOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

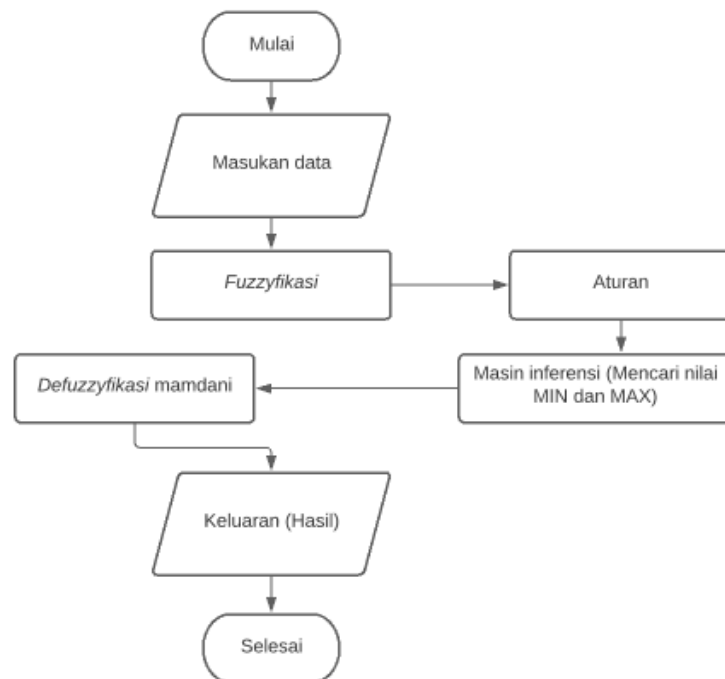
4) Metode *Largest of Maximum* (LOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

5) Metode *Smallest of Maximum* (SOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

Sebagai algoritma metode penentuan kesesuaian lahan menggunakan *fuzzy inferens system* (FIS) metode *Mamdani*, yang diaplikasikan pada sistem pakar, dinyatakan dalam bentuk flowchart seperti pada gambar dibawah ini.

Gambar 2. 3 Flowchat FIS Metode *Mamdani*

2.9 State of The Art

Tabel 2. 1 *State of The Art*

No.	Penulis	Daniel Alfa Puryono	Aseh Egasari, Diyah Puspitaningrum, Priyono Prawito	Fahmi Azis Sanusi
1.	Judul	Pemilihan Varietas Tebu Sesuai Lahan Menggunakan Metode <i>Fuzzy Inferensi System Mamdani</i>	Sistem Pakar Identifikasi Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Perkebunan Di Provinsi Bengkulu Dengan Metode <i>Bayes Dan Inferensi Forward Chaining</i>	Perancangan Sistem Pakar Identifikasi Kesesuaian Lahan Pertanian Untuk Pembudidayaan Tanaman Pangan

Tabel 2. 2 *Lanjutan State of The Art*

2.	Tahun	2018	2017	2019
3.	Object	Kesesuaian Lahan untuk Varietas Tebu	Kesesuaian lahan untuk tanaman perkebunan	Kesesuaian Lahan Pertanian Untuk Pembudidayaan Tanaman Pangan
4.	Metode	<i>Fuzzy Inferensi System Mamdani</i>	Bayes Dan <i>Inferensi Forward Chaining</i>	<i>forward chaining</i>
5.	Tema	Program Aplikasi Matlab	Sistem Pakar	Sistem Pakar
6.	Fitur	Penelitian ini menggunakan metode <i>fuzzy inference system mamdani</i> . Data yang diolah dalam metode FIS <i>mamdani</i> yaitu jenis dan varietas tebu, jenis lahan, drainase, curah hujan serta iklim seperti suhu, sinar matahari dan kecepatan angin. Data tersebut diposes melalui tahap-tahap perhitungan logika <i>fuzzy</i> dan memberikan keluaran dari sistem berupa rekomendasi	Metode Bayes digunakan untuk menentukan persentase kemungkinan tanaman dari hasil identifikasi dan inferensi <i>Forward Chaining</i> untuk menentukan kesimpulan tanaman perkebunan dari data lahan yang dimasukkan. Keluaran dari aplikasi ini berupa jenis tanaman perkebunan dan kesesuaian lahan yang memiliki nilai persentase tertinggi.	metode yang digunakan yaitu metode forward chaining diawali dari keadaan awal berdasarkan faktafakta yang ada, wawancara, dan membuat model refersentasi pengetahuan dengan menggunakan pohon keputusan. Hasil penelitian adalah rancangan sistem pakar identifikasi kesesuaian lahan pertanian untuk

Tabel 2. 3 Lanjutan *State of The Art*

6.	Fitur	pemilihan varietas tebu yang sesuai dengan lahan pertanian.	pembudidayaan tanaman pangan, yang berguna untuk penyuluh petani dibidang pembudidayaan tanaman pangan.
----	-------	--	---

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di PG Prajekan, Kabupaten Bondowoso dan kampus Politeknik Negeri Jember, Jurusan Teknologi Informasi, Program Studi D4 Teknik Informatika selama kurang lebih 1 Tahun yang dimulai dari Agustus 2021 sampai Juli 2022.

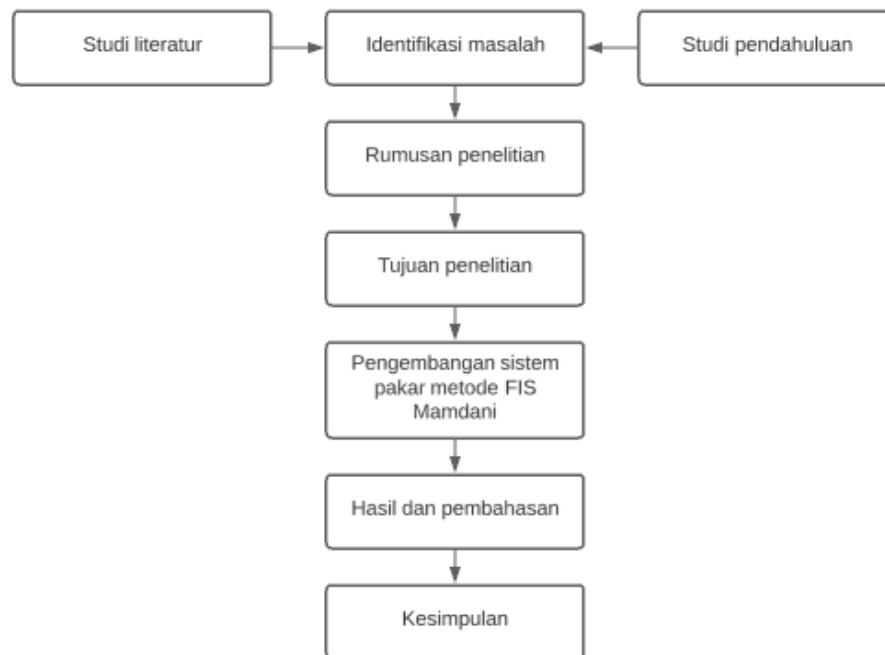
3.2 Alat dan Bahan

Beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data varietas tanaman tebu
2. Data ketinggian, suhu udara dan curah hujan
3. Laptop DELL INSPIRON N4010, dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - a. Prosesor Intel Core I3 M390 2.7Ghz
 - b. Ram 2GB DDR3
 - c. LCD 14 LED - Ati Radeon HD 550v
 - d. Sistem Operasi Linux Mint 20.1
 - e. Penyimpanan HDD 320GB Sata
4. *Smartphone* vivo Y91, dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - a. Qualcomm SDM439 Snapdragon 439 (12 nm) Octa Core
 - b. Sistem Operasi Android Oreo 8.1
 - c. Ram 2 GB, Penyimpanan 16 GB
5. *XAMPP*
6. *PHP*
7. *Visual Studio Code*

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian “Sistem Pakar Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Tebu Menggunakan Metode *Fuzzy Inferance System Mamdani*” ditujukan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

Keterangan :

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan untuk mengumpulkan bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian berupa teori-teori terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan.

2. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan tahapan untuk peneliti melakukan survei dan wawancara dengan petugas PG Pradjekan.

3. Identifikasi Masalah

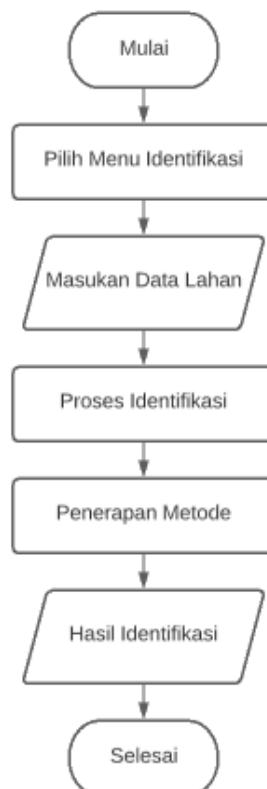
Identifikasi masalah merupakan tahapan yang dilakukan penelitian untuk mencari suatu permasalahan yang kemudian dapat dijadikan sebagai dasar penentuan topik penelitian.

4. Rumusan Penelitian

Rumusan penelitian merupakan tahap untuk merumuskan masalah dimana pada tahap ini peneliti harus menggali lebih dalam lagi apa yang harus dilakukan untuk penelitian.

5. Pengembangan sistem

Tahapan kegiatan ini terdiri dari perancangan desain sistem yang memodelkan sistem dalam bentuk Flowchart, *Context Diagram*, *Data Flow Diagram*, dan *Desain Antarmuka Sistem*. Selanjutnya pembuatan sistem akan dilanjutkan menggunakan PHP dan MYSQL.



Gambar 3. 2 Flowchart Sistem

6. Hasil Analisis

Tahapan kegiatan ini adalah mencari tingkat akurasi dan mengetahui kinerja dari sistem Sistem Pakar Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Tebu Menggunakan Metode *Fuzzy Inferance System Mamdani*.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kebutuhan

Tahap Analisis kebutuhan sistem dimulai dengan mengidentifikasi masalah dan pengumpulan data apa saja yang dibutuhkan oleh pengguna sistem. Berdasarkan metode penelitian yang membahas mengenai studi pustaka, pengumpulan data dan akuisisi pengetahuan. Kegiatan tersebut dilakukan dengan cara wawancara dan observasi langsung maupun tidak langsung untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan penelitian. Berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan sebelumnya, data tersebut diproses dengan menggunakan metode *fuzzy* untuk mendapatkan hasil sebuah analisis kesesuaian lahan untuk tanaman tebu. Data tersebut dilakukan di pusat penelitian PG Pradjekan, Kabupaten Bondowoso. Menurut (sudibyo dan Andono, 2015) Logika *Fuzzy* dengan metode Mamdani efektif diterapkan dalam aplikasi untuk membantu pihak yang terkait dalam memprediksi tingkat kesesuaian lahan berdasarkan data variabel ditinjau dari hasil pengujian aplikasi.

4.2 Pengumpulan Data

Analisis kebutuhan dengan cara pengumpulan data mendapatkan hasil berupa data jenis tebu, parameter inputan yang terdiri dari suhu udara dan curah hujan serta ketinggian lahan serta nilai optimal. Berikut hasil pengumpulan data:

Tabel 4. 1 Data Parameter Jenis Tebu

No.	Jenis Tebu	Parameter	Nilai Optimal
1.	Tebu Hitam (BL)	Suhu Udara	28°C
		Curah Hujan	1600 mm/tahun
		Ketinggian	900 m.d.p.l
2.	Tebu Hijau	Suhu Udara	28°C
		Curah Hujan	1600 mm/tahun
		Ketinggian	900 m.d.p.l

Nilai optimal pada tabel diatas merupakan nilai yang digunakan sebagai acuan untuk para petani yang ingin menanam tanaman tebu sesuai dengan kondisi yang dimiliki lahannya.

Tabel 4. 2 Kelas Kesesuaian Lahan

Kelas Kesesuaian Lahan	Kriteria
Kelas S1 (Sangat Sesuai)	Lahan dengan klasifikasi ini tidak mempunyai pembatas yang serius untuk menerapkan pengolahan yang dibutuhkan atau hanya mempunyai pembatas yang tidak berarti dan tidak berpengaruh nyata terhadap produktivitas lahan serta tidak akan meningkatkan keperluan masukan yang telah biasa diberikan.
Kelas S2 (Sesuai)	Lahan mempunyai pembatas – pembatas yang agak serius untuk mempertahankan tingkat pengelolaan yang harus diterapkan. Factor pembatas yang ada akan mengurangi produktivitas lahan serta mengurangi tingkat keuntungan dan meningkatkan masukan yang diperlukan .
Kelas S3 (Sesuai Marginal)	Lahan mempunyai pembatas – pembatas serius untuk mempertahankan tingkat pengelolaan yang harus diterapkan. Tingkat masukan yang diperlukan melebihi kebutuhan yang diperlukan oleh lahan yang mempunyai tingkat kesesuaian S2, meskipun masih dalam batas – batas kebutuhan normal.
Kelas N (Tidak Sesuai)	Lahan dengan faktor pembatas yang permanen, sehingga mencegah segala kemungkinan pengembangan lahan untuk penggunaan tertentu. Faktor pembatas ini tidak dapat dikoreksi dengan tingkat masukan yang normal.

Secara Kuantitatif kriteria teknis kesesuaian lahan untuk tanaman tebu h tercantum pada tabel 4.3 – 4.4.

Tabel 4. 3 Kriteria Teknis Kesesuaian Lahan

Karakteristik	Simbol	Kelas Kesesuaian Lahan			
		S1	S2	S3	N2
Kualitas Lahan					
Temperatur	(t)				
Rata-Rata Tahunan		24-30	>30-32	>32-34	>34
(0C)			22-<24	21-<22	
Ketersediaan Air	(w)	3-4	2-<3	>4-5	>5
					<2
-CH/thn (mm)		1500-2500	1300-<1500	>2500-3000	>3000
				1000-<1300	<1000
Media Perakaran	(r)				
-Drainse Tanah		Baik	Sedang	Agak terhambat, Agak cepat	Sangat terhambat, sangat cepat
					Kerikil, Pasir
-Tekstur		SL,L,SCL, SiL, Si,CL,SiC L	LS,SC,SiC, C	Str,C	Td
-kedalaman Efektif		>75	55-75	40-<55	<30
(cm)					
Retansi Hara	(f0)				
-KTK Tanah		≥Tinggi	Sedang	Rendah	

Tabel 4. 4 Lanjutan Kriteria Teknis Kesesuaian Lahan

Karakteristik	Simbol	Kelas Kesesuaian Lahan			
Kualitas Lahan		S1	S2	S3	N2
-pH tanah		5,5-<7,5	50-<5,5	>5,0	
Toksisitas	(c)				
Hara Tersedia	(n)				
-Total N		≥ sedang	Rendah	SR	
-P2O5		≥ tinggi	sedang	SR	
- K2O		≥ tinggi	sedang	SR	
Penyiapan Lahan	(s/m)				
-Batuan Permukaan (%)		<3	3-15	>15-40	>40
-Singkapan Batuan (%)		<2	2-10	>10-25	>40
Tingkat Bahaya Erosi	(e)				
-Lereng (%)		<8	8-15	>15-30	

4. 2 Perhitungan Metode *Fuzzy*

Tahap ini peneliti melakukan perhitungan untuk nilai dalam menentukan kesesuaian lahan tanaman tebu menggunakan metode *fuzzy mamdani*. Data yang dihitung berupa nilai inputan dan parameter yaitu suhu udara, curah hujan dan ketinggian lahan. Hasil dari proses tersebut yaitu kemungkinan kesesuaian lahan untuk tanaman tebu yang akan ditanami sesuai dengan kondisi lahan pada tanaman tebu. Perhitungan dibagi menjadi dua yaitu untuk jenis tebu hitam dan jenis tebu hijau dengan masing-masing parameter inputan. Masing-masing data memiliki nilai sebagai berikut:

4.2.1 Perhitungan Tanaman Tebu

Parameter input untuk tebu yaitu suhu udara, curah hujan dan ketinggian

lahan. Berikut data uji coba dari pakar untuk tanaman tebu, diantaranya :

Suhu udara : 28°C

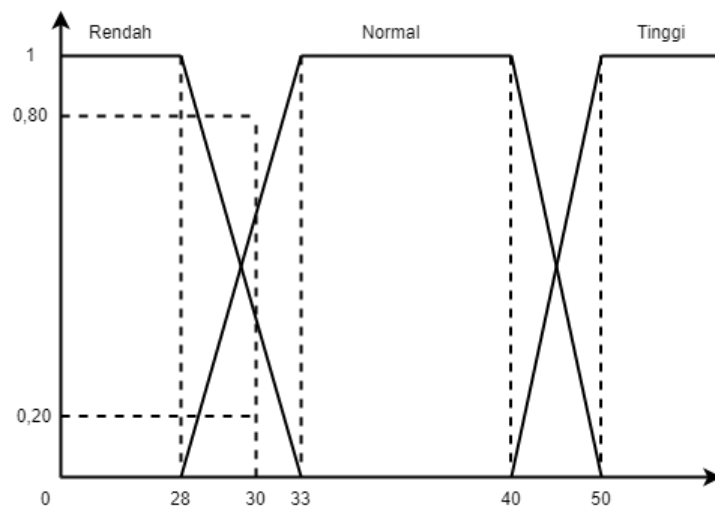
Curah Hujan : 1600 mm

Ketinggian : 900 m.d.p.l

a. Fuzzifikasi

Suhu udara terdiri dari 3 himpunan *fuzzy*, yaitu rendah, normal dan tinggi.

Berikut bentuk kurva fungsi keanggotaan dari variable suhu udara :



Kurva Keanggotaan Suhu Udara

Berikut merupakan rumus perhitungan kurva fungsi keanggotaan

Suhu Udara :

$$\mu_{Rendah}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 30 \\ \frac{30 - x}{30 - 20}; & 20 \leq x \leq 30 \\ 1; & x \leq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 50 \\ \frac{x - 20}{30 - 20}; & 20 \leq x \leq 30 \\ 1; & 30 \leq x \leq 34 \\ \frac{50 - x}{50 - 34}; & 34 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 34 \\ \frac{x-34}{50-34}; & 34 \leq x \leq 50 \\ 1; & x \geq 50 \end{cases}$$

Untuk perhitungan diatas diperoleh persamaan:

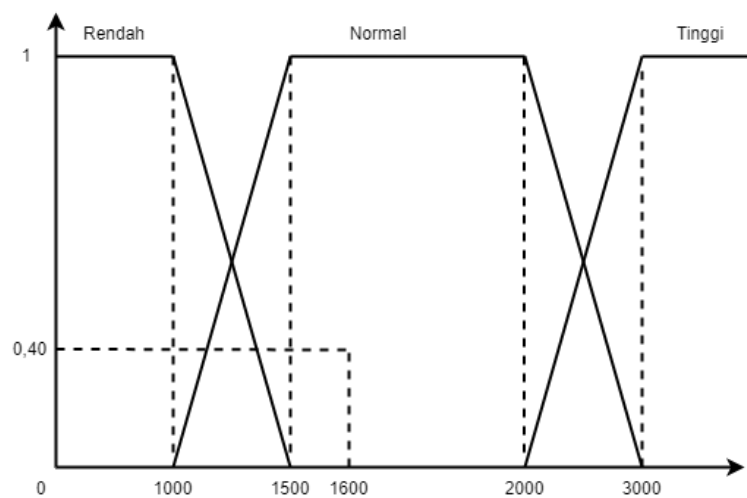
$$\mu_{Rendah}[x] = \frac{30-x}{30-20} = \frac{30-28}{30-20} = \frac{2}{10} = 0,20$$

$$\mu_{Normal}[x] = \frac{x-20}{30-20} = \frac{28-20}{30-20} = \frac{8}{10} = 0,80$$

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

Curah hujan terdiri dari 3 himpunan *fuzzy*, yaitu rendah, normal, dan tinggi.

Berikut bentuk kurva fungsi keanggotaan dari variabel curah hujan:



Kurva Keanggotaan Curah Hujan

Berikut merupakan rumus perhitungan kurva fungsi keanggotaan curah hujan:

$$\mu_{Rendah}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 1000 \\ \frac{1500-x}{1500-1000}; & 1000 \leq x \leq 1500 \\ 1; & x \leq 1000 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 1000 \text{ atau } x \geq 3000 \\ \frac{x - 1000}{1500 - 1000}; & 1000 \leq x \leq 1500 \\ 1; & 1500 \leq x \leq 2000 \\ \frac{3000 - x}{3000 - 2000}; & 2000 \leq x \leq 3000 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2000 \\ \frac{x - 2000}{3000 - 2000}; & 2000 \leq x \leq 3000 \\ 1; & x \geq 3000 \end{cases}$$

Untuk perhitungan diatas diperoleh persamaan :

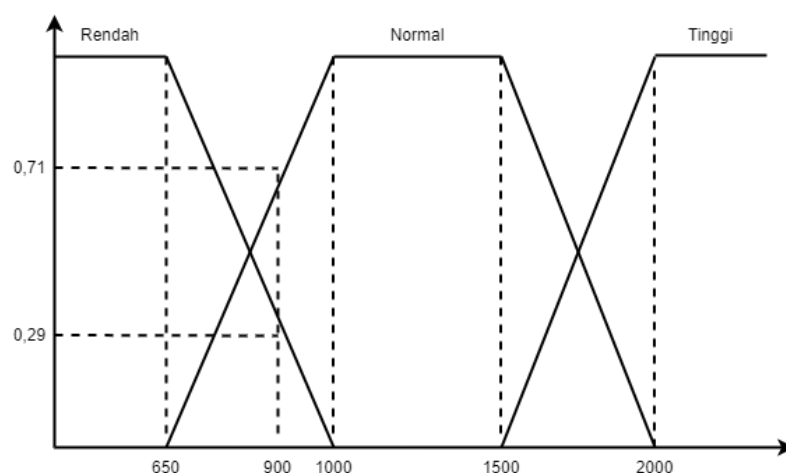
$$\mu_{Rendah}[x] = 0$$

$$\mu_{Normal}[x] = \frac{3000 - x}{3000 - 2000} = \frac{3000 - 1600}{3000 - 2000} = \frac{400}{500} = 0,40$$

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

Ketinggian terdiri dari 3 himpunan *fuzzy*, yaitu rendah, normal dan tinggi.

Berikut bentuk kurva fungsi keanggotaan dari variabel ketinggian:



Kurva Keanggotaan Ketinggian

Berikut merupakan rumus perhitungan kurva fungsi keanggotaan Ketinggian :

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 1000 \\ \frac{1000 - x}{1000 - 650}; & 650 \leq x \leq 1000 \\ 1; & x \leq 650 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 650 \text{ atau } x \geq 1000 \\ \frac{x - 650}{1000 - 650}; & 650 \leq x \leq 1000 \\ 1; & 1000 \leq x \leq 1500 \\ \frac{2000 - x}{2000 - 1500}; & 1500 \leq x \leq 2000 \end{cases}$$

Untuk perhitungan diatas diperoleh persamaan :

$$\mu_{\text{Rendah}}[x] = \frac{1000 - x}{1000 - 650} = \frac{1000 - 900}{1000 - 650} = \frac{100}{350} = 0,29$$

$$\mu_{\text{Normal}}[x] = \frac{x - 650}{1000 - 650} = \frac{900 - 650}{1000 - 650} = \frac{550}{350} = 0,71$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}[x] = 0$$

b. *Sistem Inference*

- 1) [R1] *If (SuhuUsara is Rendah) and (CurahHujan is Rendah) and (Ketinggian is Rendah) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min (0,20; 0,00; 0,29) \\ &= 0,00 \end{aligned}$$

- 2) [R2] *If (SuhuUdara is Rendah) and (CurahHujan is Rendah) and (Ketinggian is Normal) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min (0,20; 0,00; 0,71) \\ &= 0,00 \end{aligned}$$

- 3) [R2] *If (SuhuUdara is Rendah) and (CurahHujan is Rendah) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}
\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\
&= \min (0,20; 0,00; 0,00) \\
&= 0,00
\end{aligned}$$

- 4) [R2] *If (SuhuUdara is Rendah) and (CurahHujan is Normal) and (Ketinggian is Rendah) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}
\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\
&= \min (0,20; 0,40; 0,29) \\
&= 0,20
\end{aligned}$$

- 5) [R2] *If (SuhuUdara is Rendah) and (CurahHujan is Normal) and (Ketinggian is Normal) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}
\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\
&= \min (0,20; 0,40; 0,71) \\
&= 0,20
\end{aligned}$$

- 6) [R2] *If (SuhuUdara is Rendah) and (CurahHujan is Normal) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}
\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\
&= \min (0,20; 0,40; 0,00) \\
&= 0,00
\end{aligned}$$

- 7) [R2] *If (SuhuUdara is Rendah) and (CurahHujan is Tinggi) and (Ketinggian is Rendah) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}
\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\
&= \min (0,20; 0,00; 0,29) \\
&= 0,00
\end{aligned}$$

- 8) [R2] *If (SuhuUdara is Rendah) and (CurahHujan is Tinggi) and (Ketinggian is Normal) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}
\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\
&= \min (0,20; 0,00; 0,71) \\
&= 0,00
\end{aligned}$$

- 9) [R2] *If (SuhuUdara is Rendah) and (CurahHujan is Tinggi) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min(0,20; 0,00; 0,00) \\ &= 0,00\end{aligned}$$

- 10) [R2] *If (SuhuUdara is Normal) and (CurahHujan is Rendah) and (Ketinggian is Rendah) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min(0,80; 0,00; 0,29) \\ &= 0,00\end{aligned}$$

- 11) [R2] *If (SuhuUdara is Normal) and (CurahHujan is Rendah) and (Ketinggian is Normal) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min(0,80; 0,00; 0,71) \\ &= 0,00\end{aligned}$$

- 12) [R2] *If (SuhuUdara is Normal) and (CurahHujan is Rendah) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min(0,80; 0,00; 0,00) \\ &= 0,00\end{aligned}$$

- 13) [R2] *If (SuhuUdara is Normal) and (CurahHujan is Normal) and (Ketinggian is Rendah) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min(0,80; 0,40; 0,29) \\ &= 0,29\end{aligned}$$

- 14) [R2] *If (SuhuUdara is Normal) and (CurahHujan is Normal) and (Ketinggian is Normal) then (Kesesuaian is Sesuai)*

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min(0,80; 0,40; 0,71)\end{aligned}$$

$$= 0,40$$

- 15) [R2] *If (SuhuUdara is Normal) and (CurahHujan is Normal) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min(0,80; 0,40; 0,00) \\ &= 0,00\end{aligned}$$

- 16) [R2] *If (SuhuUdara is Normal) and (CurahHujan is Tinggi) and (Ketinggian is Rendah) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min(0,80; 0,00; 0,29) \\ &= 0,00\end{aligned}$$

- 17) [R2] *If (SuhuUdara is Normal) and (CurahHujan is Tinggi) and (Ketinggian is Normal) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min(0,80; 0,00; 0,71) \\ &= 0,00\end{aligned}$$

- 18) [R2] *If (SuhuUdara is Normal) and (CurahHujan is Tinggi) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min(0,80; 0,00; 0,00) \\ &= 0,00\end{aligned}$$

- 19) [R2] *If (SuhuUdara is Tinggi) and (CurahHujan is Rendah) and (Ketinggian is Rendah) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\ &= \min(0,00; 0,00; 0,29) \\ &= 0,00\end{aligned}$$

- 20) [R2] *If (SuhuUdara is Tinggi) and (CurahHujan is Rendah) and (Ketinggian is Normal) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\alpha - \text{predikat} = \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}}$$

$$= \min (0,00; 0,00; 0,71)$$

$$= 0,00$$

- 21) [R2] *If (SuhuUdara is Tinggi) and (CurahHujan is Rendah) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\alpha - \text{predikat} = \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}}$$

$$= \min (0,00; 0,00; 0,00)$$

$$= 0,00$$

- 22) [R2] *If (SuhuUdara is Tinggi) and (CurahHujan is Normal) and (Ketinggian is Rendah) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\alpha - \text{predikat} = \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}}$$

$$= \min (0,00; 0,40; 0,29)$$

$$= 0,00$$

- 23) [R2] *If (SuhuUdara is Tinggi) and (CurahHujan is Normal) and (Ketinggian is Normal) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\alpha - \text{predikat} = \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}}$$

$$= \min (0,00; 0,40; 0,71)$$

$$= 0,00$$

- 24) [R2] *If (SuhuUdara is Tinggi) and (CurahHujan is Normal) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\alpha - \text{predikat} = \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}}$$

$$= \min (0,00; 0,40; 0,00)$$

$$= 0,00$$

- 25) [R2] *If (SuhuUdara is Tinggi) and (CurahHujan is Tinggi) and (Ketinggian is Rendah) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\alpha - \text{predikat} = \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}}$$

$$= \min (0,00; 0,00; 0,29)$$

$$= 0,00$$

- 26) [R2] *If (SuhuUdara is Tinggi) and (CurahHujan is Tinggi) and (Ketinggian is Normal) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}
\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\
&= \min(0,00; 0,00; 0,71) \\
&= 0,00
\end{aligned}$$

27) [R2] *If (SuhuUdara is Tinggi) and (CurahHujan is Tinggi) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kesesuaian is TidakSesuai)*

$$\begin{aligned}
\alpha - \text{predikat} &= \mu_{\text{SuhuUdara}} \cap \mu_{\text{CurahHujan}} \cap \mu_{\text{Ketinggian}} \\
&= \min(0,00; 0,00; 0,00) \\
&= 0,00
\end{aligned}$$

c. Komposisi Aturan

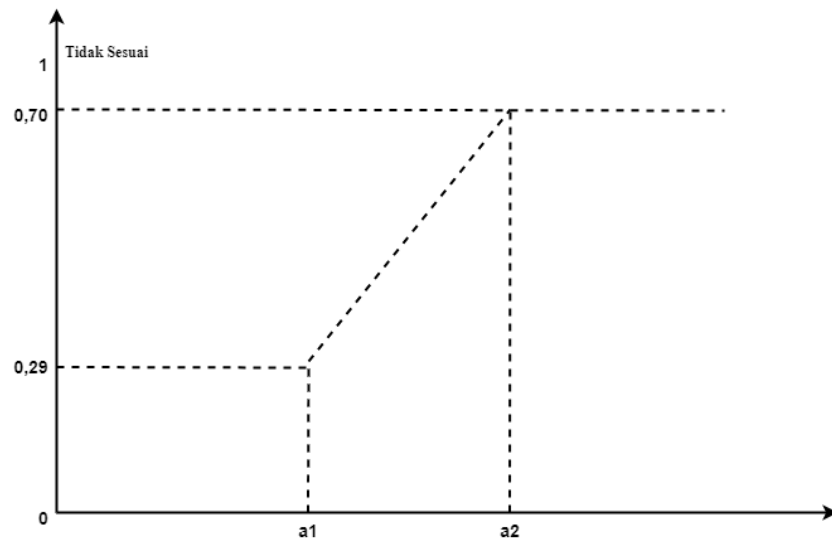
Komposisi aturan metode *MAX*, Sehingga mencari nilai tertinggi dari hasil perhitungan sebelumnya. Dapat diperoleh nilai sebagai berikut :

- 1) Nilai lahan sesuai $= \max(0,40) = 0,40$
- 2) Nilai lahan tidak sesuai $= \max(0,00; 0,20; 0,29) = 0,29$

Menentukan nilai a_1 dan a_2 dengan menggunakan rumus kesesuaian sebagai berikut :

$$\mu_{\text{TidakSesuai}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 80 \\ \frac{80-x}{80-30}; & 30 \leq x \leq 80 \\ 1; & x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 80 \\ \frac{x-30}{80-30}; & 30 \leq x \leq 80 \\ 1; & x \leq 30 \end{cases}$$



Kurva Fungsi Keanggotaan Baru

Untuk perhitungan diperoleh sebagai berikut :

$a1 : \frac{x-30}{80-30} = 0,29$ $\frac{x-30}{50} = 0,29$ $x-30 = 50 * 0,29$ $x-30 = 14,5$ $x = 30 + 14,5$ $x = 44,50$	$a2 : \frac{x-30}{80-30} = 0,40$ $\frac{x-30}{50} = 0,40$ $x-30 = 50 * 0,40$ $x-30 = 20$ $x = 30 + 20$ $x = 50$
--	---

Adapun fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* baru dari hasil perhitungan diatas sebagai berikut :

$$z = \begin{cases} 0,29; & x \leq 44,50 \\ \frac{x-30}{80-30}; & 44,50 < x < 50 \\ 0,40; & x \geq 50 \end{cases}$$

d. *Defuzzifikasi*

$$Z = \frac{\int_a^b \mu_A(z) z dz}{\int_a^b \mu_A(z) dz}$$

$$Z = \frac{\int_0^{44,50} 0,29zdz + \int_{44,50}^{50} \frac{z-30}{80-30}zdz + \int_{50}^{50} 0,40zdz}{\int_0^{44,50} 0,29zdz + \int_{44,50}^{50} \frac{z-30}{80-30}zdz + \int_{50}^{50} 0,40dz}$$

Perhitungan integral diatas akan dijabarkan seperti berikut :

$$m_1 = \int_0^{44,50} 0,29zdz = 0,145z^2 \Big|_0^{44,50} = 2871,14$$

$$\begin{aligned} m_2 &= \int_{44,50}^{50} \frac{z-30}{80-30}zdz \\ &= \int_{44,50}^{50} (0,02z^2 + 0,6z) \\ &= 0,006667z^3 + 0,3z^2 \Big|_0^{44,50} \\ &= (0,006667(50)^3 + 0,3(50)^2) - (0,006667(44,50)^3 + 0,3(44,50)^2) \\ &= (0,006667).(125.000) + (0,3).(2500) - (0,006667).(88.121,125) + (0,3).(1.980,25) \\ &= (833,375 + 750) - (587,50354 + 594,075) \\ &= (1.583,379) - (1.181,57854) \\ &= 401,79646 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_3 &= \int_{50}^{50} 0,40dz = \frac{0,40}{2}z^2 \Big|_{50}^{50} \\ &= 0,2(50^2) - 0,2(50^2) \\ &= 500 - 500 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Defuzzifikasi

$$A_1 = 44,50.0,29 = 12,91$$

$$A_2 = \frac{(0,29 + 0,40).(50 - 44,50)}{2} = \frac{(0,69).(5,5)}{2} = \frac{3,795}{2} = 1,8975$$

$$= 1,90$$

$$A_3 = (50 - 30).0,40$$

$$= (20).0,40$$

$$= 8$$

$$Z = \frac{287,14 + 401,80 + 0}{12,91 + 1,9 + 8} = \frac{688,94}{22,81} = 30,2034196 = 30,20$$

Dari perhitungan dengan menggunakan *fuzzy mamdani* dapat diperoleh hasil kesesuaian lahan sebesar 30,20%

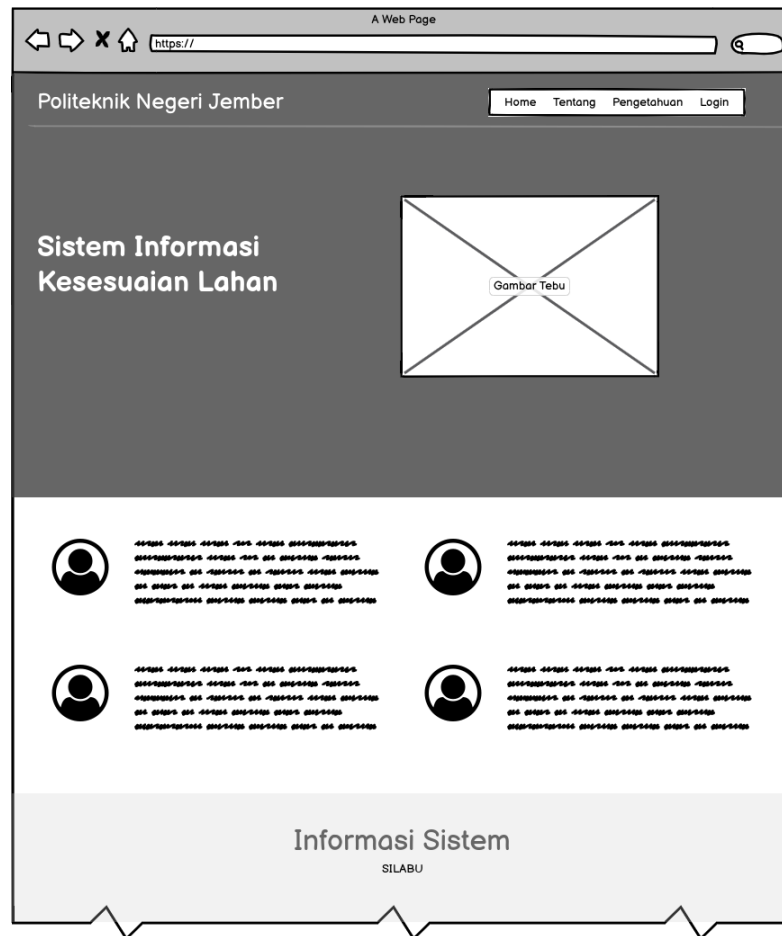
4.2.2 Hasil Implementasi Perhitungan Manual

Berdasarkan implementasi perhitungan manual diperoleh hasil yaitu kemungkinan hasil untuk kesesuaian lahan dengan suhu udara 28°C, curah hujan 1.600 mm dan ketinggian 900 m.d.p.l yaitu sebesar 30,20% yang artinya kurang sesuai, namun dapat di tanam dengan syarat tidak menggunakan naungan dan drainase air yang baik.

4.3 Rancangan *User Interface*

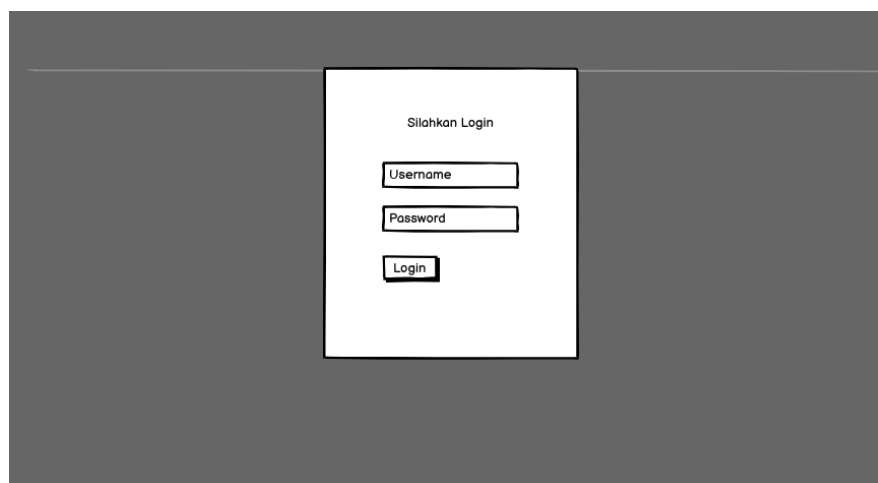
User Interface adalah tampilan pada aplikasi yang akan dibangun. Sebelum membuatnya kita memerlukan perancangan *User interface* berupa *wireframe* terlebih dahulu agar pembuatan tampilan nantinya akan lebih mudah. *Wireframing* merupakan tahapan penting dalam proses merancang sebuah media digital (*screen design process*). Hal tersebut dimungkinkan agar dapat menentukan hirarki informasi pada sebuah desain, membuatnya lebih mudah dipahami Dalam merencanakan penataletakan struktur informasi agar sesuai dengan model informasi yang diinginkan oleh pengguna atau user. Berikut adalah *wireframe* pada aplikasi yang akan dibuat:

- a. Gambar 4. 1 adalah Design Tampilan *Home* yaitu halaman yang akan ditampilkan pertama ketika aktor mengunjungi sistem pakar pada *website*



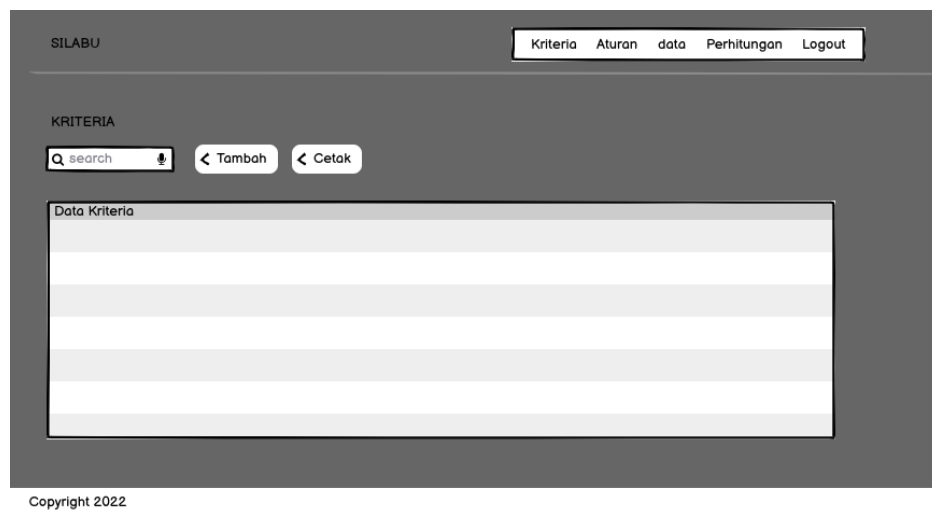
Gambar 4. 1 *Design Tampilan Home*

- b. Gambar 4. 2 adalah *Design Tampilan Login* yaitu user login dengan menginput username dan password.



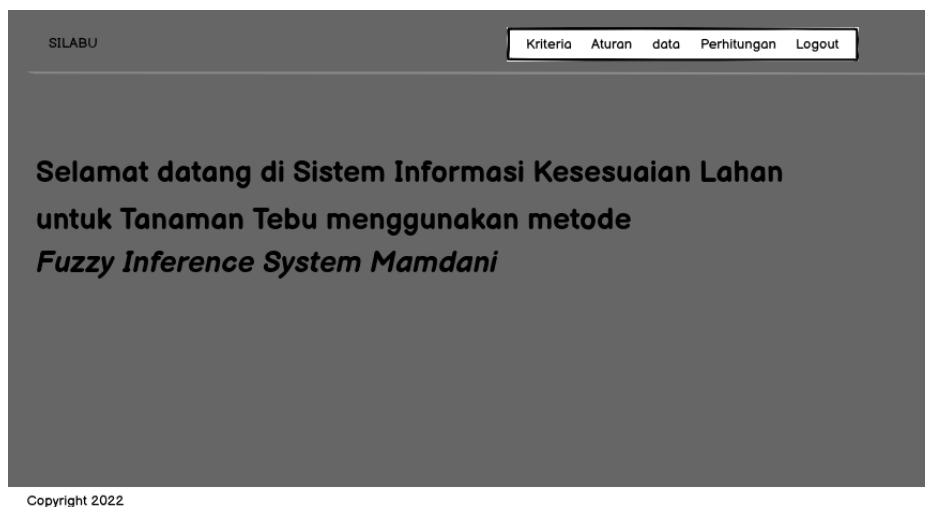
Gambar 4. 2 *Design Tampilan Login*

- c. Gambar 4. 3 adalah *Design* Tampilan Kriteria yaitu halaman yang akan ditampilkan ketika admin memilih menu kriteria. Digunakan admin untuk menambahkan kriteria yang akan digunakan dalam menghitung data lahan yang dimasukan. Di dalam halaman kriteria terdapat fitur himpunan yang digunakan untuk mengatur batas bawah dan batas atas data yang akan dihitung, sebagai parameter yang digunakan dalam perhitungan



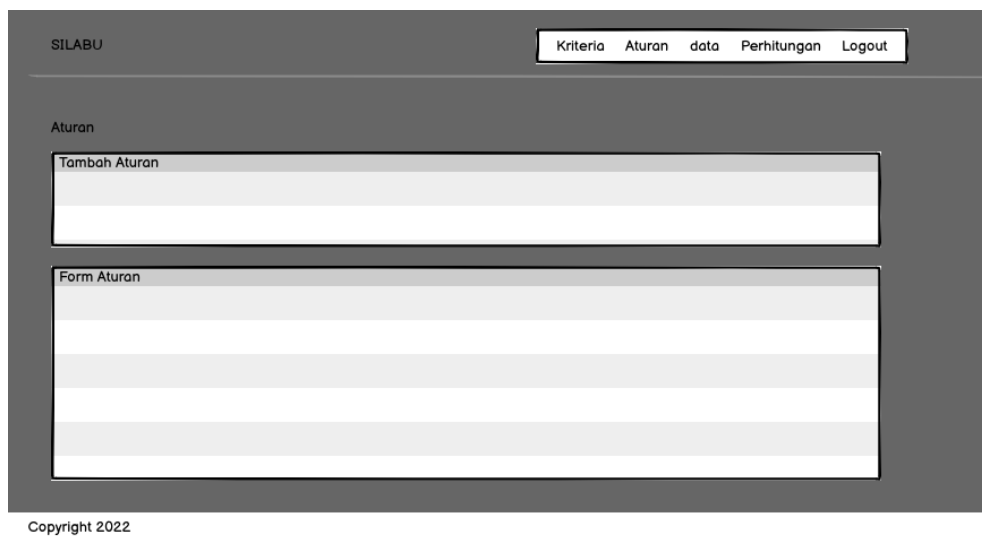
Gambar 4. 3 *Design* Tampilan Kriteria

- d. Gambar 4. 4 adalah *Design* Tampilan *Home* Admin yaitu halaman yang akan ditampilkan ketika admin melakukan login sebagai admin Digunakan sebagai tampilan awal ketika berhasil login. Di dalam *home* admin berisi tentang nama sistem dengan metode yang digunakan.



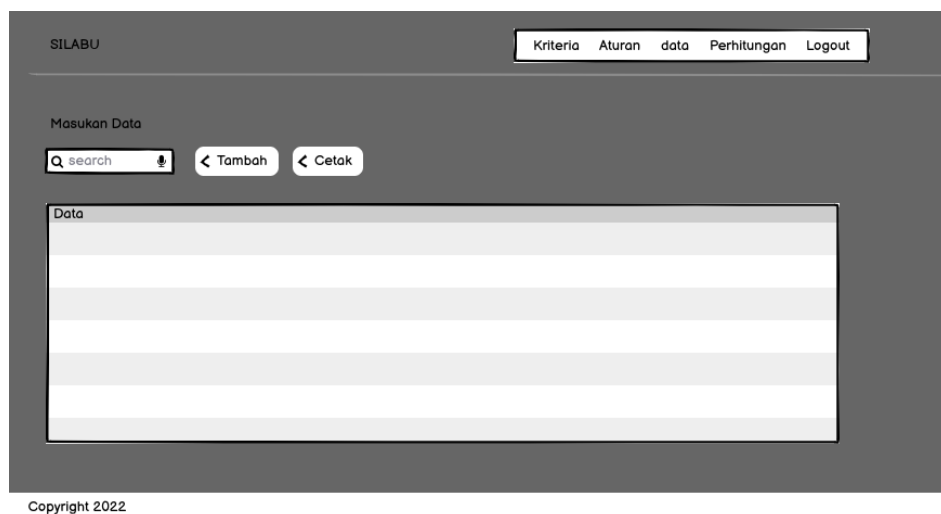
Gambar 4. 4 *Design* Tampilan Home Admin

- e. Gambar 4. 5 adalah *Design* Halaman Aturan yaitu halaman yang akan ditampilkan ketika admin memilih menu aturan. Digunakan admin untuk menambahkan atau membuat aturan yang akan digunakan sebagai parameter data lahan yang dimasukan.



Gambar 4. 5 *Design* Halaman Aturan

- f. Gambar 4. 5 adalah *Design* Halaman Data yaitu halaman yang akan ditampilkan ketika admin memilih menu data. Digunakan admin untuk menambahkan data lahan yang akan dihitung berdasarkan parameter yang telah dibuat.



Gambar 4. 6 *Design* Halaman Data

- g. Gambar 4. 5 adalah *Design* Halaman Perhitungan yaitu alaman yang akan ditampilkan ketika admin memilih menu perhitungan. Digunakan admin untuk mengetahui hasil data yang telah dihitung. Di dalam halaman perhitungan hasil perhitungan terbagi menjadi 3 tabel, antara lain tabel nilai data, tabel nilai *fuzzy* dan tabel hasil *defuzzyfikasi*

Gambar 4. 7 *Design* Halaman Perhitungan

4. 4 Pengembangan Sistem

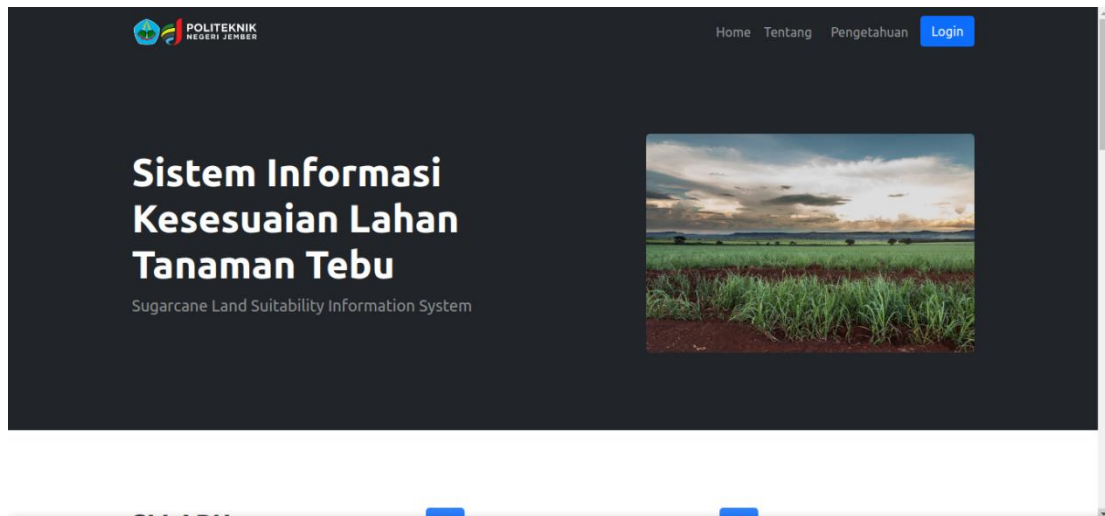
Pengembangan sistem digunakan untuk menggambarkan sebuah proses kerja sistem ketika melakukan pengolahan data input parameter menjadi output data menggunakan perhitungan dengan metode yang sudah ditemukan. Sistem ini memiliki 2 hak akses. Untuk *user interface*, dibagi menjadi 2, yang dijabarkan sebagai berikut :

4.4.1 Pembuatan *User Interface Free Access*

UI *Free Access* adalah halaman – halaman yang diperuntukan untuk user, pada UI *Free Access* terdapat beberapa menu yaitu :

1) Halaman *Home*

Halaman ini adalah halaman yang akan ditampilkan pertama ketika aktor mengunjungi sistem pakar ini. Tampilan halaman *home* dapat dilihat pada Gambar 4.8.

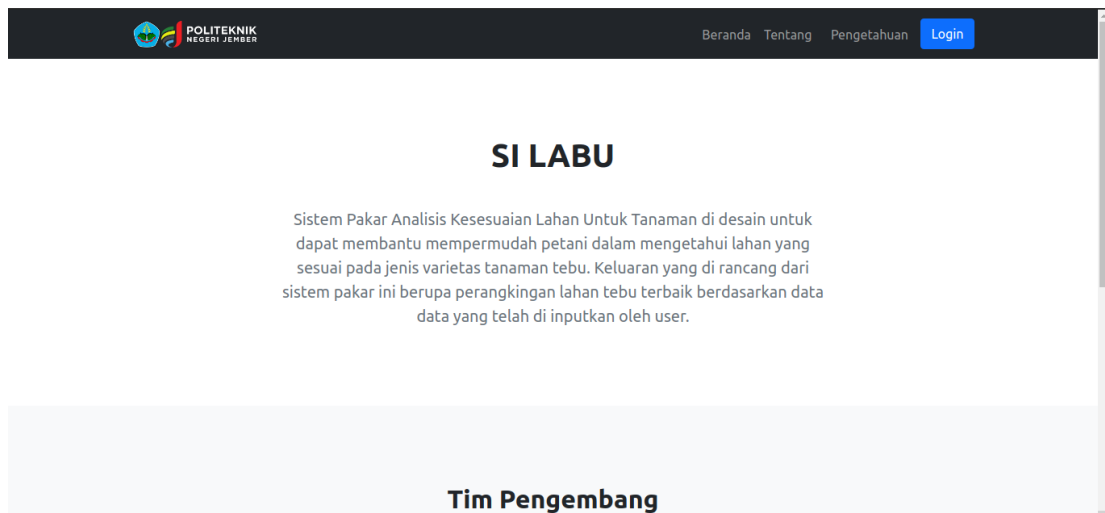


Gambar 4. 8 Halaman Home

Gambar diatas menunjukkan bahwa, pada halaman *home* terdapat beberapa menu, seperti tentang sistem, pengetahuan dan login pada sisi pojok kanan atas.

2) Halaman Tentang Sistem

Halaman tentang sistem adalah halaman yang akan ditampilkan ketika *user* memilih menu tentang sistem. Digunakan *user* untuk melihat info mengenai sistem pakar. Tampilan halaman tentang sistem dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Halaman Tentang Sistem

Gambar diatas menunjukkan bahwa, pada halaman tentang sistem ini ditampilkan mengenai penjelasan tentang sistem yang telah dibuat. Yang dapat digunakan *user* untuk mengetahui lebih tentang sistem pakar ini.

3) Halaman Pengetahuan

Halaman pengetahuan adalah halaman yang akan ditampilkan ketika user memilih menu pengetahuan. Digunakan user untuk melihat beberapa penjelasan mengenai obyek yang ada pada sistem. Tampilan halaman pengetahuan dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Halaman Pengetahuan

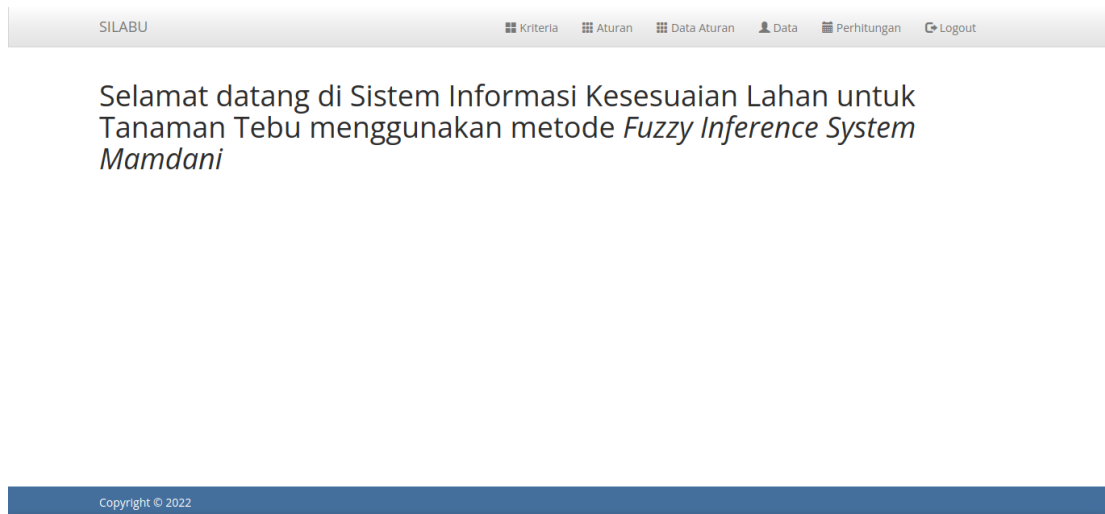
Gambar diatas menunjukkan bahwa, pada halaman pengetahuan terdapat beberapa pengetahuan yang dapat di buka oleh *user*. Yang dapat digunakan *user* untuk mengetahui lebih tentang isi dari sistem dan obyek yang dialami dalam sistem ini.

4.4.2 Pembuatan *User Interface Admin*

User Interface Admin atau hak untuk admin adalah halaman – halaman yang diperuntukan untuk user yang telah melakukan *login* dan terdaftar sebagai admin. Pada UI Admin terdapat beberapa menu, antara lain :

1) *Home Admin*

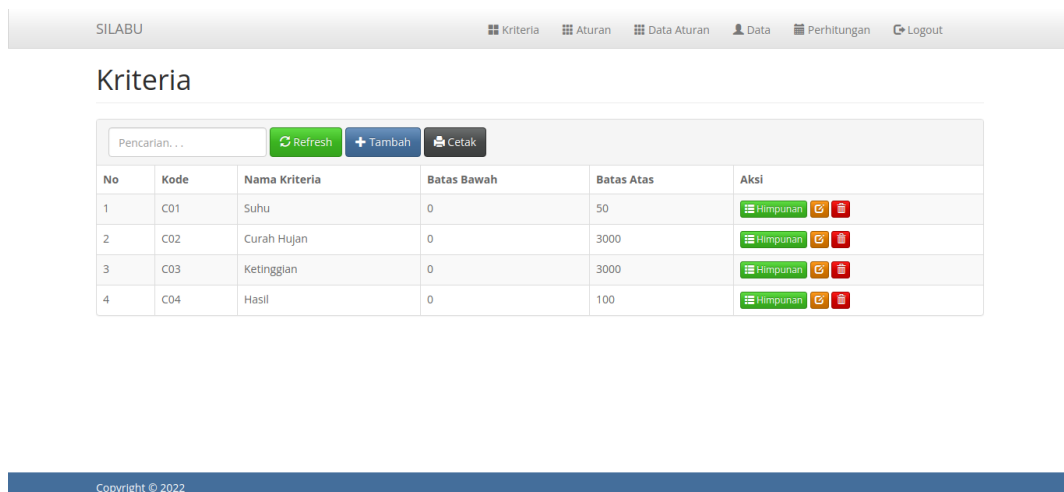
Halaman *home* admin adalah halaman yang akan ditampilkan ketika admin melakukan login sebagai admin. Digunakan sebagai tampilan awal ketika berhasil login. Di dalam *home* admin berisi tentang nama sistem dengan metode yang digunakan. Tampilan home admin dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Halaman Home Admin

2) Halaman Kriteria

Halaman kriteria adalah halaman yang akan ditampilkan ketika admin memilih menu kriteria. Digunakan admin untuk menambahkan kriteria yang akan digunakan dalam menghitung data lahan yang dimasukan. Di dalam halaman kriteria terdapat fitur himpunan yang digunakan untuk mengatur batas bawah dan batas atas data yang akan dihitung, sebagai parameter yang digunakan dalam perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Inference System Mamdani*. Tampilan halaman kriteria dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Halaman Kriteria

Di dalam halaman kriteria juga terdapat fitur cetak data kriteria dan juga fitur edit dan hapus data kriteria, Juga terdapat fitur lain seperti *search* yang digunakan untuk mencari data yang sudah di tambahkan.

3) Halaman Aturan

Halaman aturan adalah halaman yang akan ditampilkan ketika admin memilih menu aturan. Digunakan admin untuk menambahkan atau membuat aturan yang akan digunakan sebagai parameter data lahan yang dimasukan. Tampilan halaman aturan dapat dilihat pada Gambar 4.13.

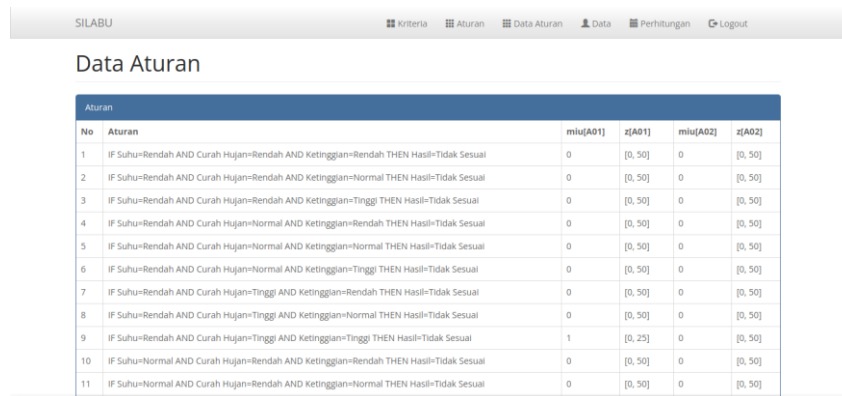
No Aturan	Aturan	Aksi
1	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Rendah AND Ketinggian=Rendah THEN Hasil=Tidak Sesuai	Hapus
2	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Rendah AND Ketinggian=Normal THEN Hasil=Tidak Sesuai	Hapus
3	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Rendah AND Ketinggian=Tinggi THEN Hasil=Tidak Sesuai	Hapus
4	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Normal AND Ketinggian=Rendah THEN Hasil=Tidak Sesuai	Hapus

Gambar 4. 13 Halaman Aturan

Di dalam halaman aturan juga terdapat fitur hapus data aturan yang digunakan untuk menghapus data aturan yang telah ditambahkan.

4) Halaman Data Aturan

Halaman data aturan adalah halaman yang akan ditampilkan ketika admin memilih menu data aturan. Digunakan admin untuk melihat detail data lahan yang telah di inputkan dengan aturan yang telah di buat. Tampilan halaman data aturan dapat dilihat pada Gambar 4.14.



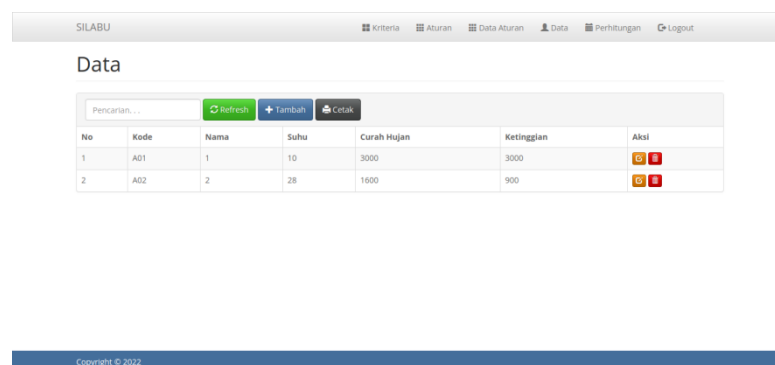
No	Aturan	miu(A01)	z(A01)	miu(A02)	z(A02)
1	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Rendah AND Ketinggian=Rendah THEN Hasil=Tidak Sesuai	0	[0, 50]	0	[0, 50]
2	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Rendah AND Ketinggian=Normal THEN Hasil=Tidak Sesuai	0	[0, 50]	0	[0, 50]
3	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Rendah AND Ketinggian=Tinggi THEN Hasil=Tidak Sesuai	0	[0, 50]	0	[0, 50]
4	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Normal AND Ketinggian=Rendah THEN Hasil=Tidak Sesuai	0	[0, 50]	0	[0, 50]
5	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Normal AND Ketinggian=Normal THEN Hasil=Tidak Sesuai	0	[0, 50]	0	[0, 50]
6	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Normal AND Ketinggian=Tinggi THEN Hasil=Tidak Sesuai	0	[0, 50]	0	[0, 50]
7	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Tinggi AND Ketinggian=Rendah THEN Hasil=Tidak Sesuai	0	[0, 50]	0	[0, 50]
8	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Tinggi AND Ketinggian=Normal THEN Hasil=Tidak Sesuai	0	[0, 50]	0	[0, 50]
9	IF Suhu=Rendah AND Curah Hujan=Tinggi AND Ketinggian=Tinggi THEN Hasil=Tidak Sesuai	1	[0, 25]	0	[0, 50]
10	IF Suhu=Normal AND Curah Hujan=Rendah AND Ketinggian=Rendah THEN Hasil=Tidak Sesuai	0	[0, 50]	0	[0, 50]
11	IF Suhu=Normal AND Curah Hujan=Rendah AND Ketinggian=Normal THEN Hasil=Tidak Sesuai	0	[0, 50]	0	[0, 50]





Gambar 4. 14 Halaman Data Aturan

Di dalam halaman data aturan, admin hanya dapat melihat detail data lahan sesuai data aturan yang telah dibuat.

5) Halaman Data

Halaman data adalah halaman yang akan ditampilkan ketika admin memilih menu data. Digunakan admin untuk menambahkan data lahan yang akan dihitung berdasarkan parameter yang telah dibuat. Tampilan halaman data dapat dilihat pada Gambar 4.15.



No	Kode	Nama	Suhu	Curah Hujan	Ketinggian	Aksi
1	A01	1	10	3000	3000	 
2	A02	2	28	1600	900	 

Gambar 4. 15 Halaman Data

Di dalam halaman data, admin dapat mencetak detail data yang telah di inputkan dan juga dapat mengedit dan menghapus data sesuai kebutuhan admin, Juga terdapat fitur lain seperti *search* yang digunakan untuk mencari data yang sudah di tambahkan.

6) Halaman Perhitungan

Halaman perhitungan adalah halaman yang akan ditampilkan ketika admin memilih menu perhitungan. Digunakan admin untuk mengetahui hasil data yang

telah dihitung. Di dalam halaman perhitungan hasil perhitungan terbagi menjadi 3 tabel, antara lain tabel nilai data, tabel nilai *fuzzy* dan tabel hasil *defuzzifikasi*. Tampilan halaman perhitungan dapat dilihat pada Gambar 4.16.

SILABU

KriteriaAturanData DataPerhitunganLogout

Perhitungan

Nilai Alternatif

Kode	Nama	Suhu	Curah Hujan	Ketinggian
A01	1	10	3000	3000
A02	2	28	1600	900

Nilai Fuzzy

	Suhu			Curah Hujan			Ketinggian		
	Rendah [0 0 25 27]	Normal [25 27 30 34]	Tinggi [34 40 45 50]	Rendah [0 0 1000 1500]	Normal [1000 1500 1700 2000]	Tinggi [1700 2000 2500 3000]	Rendah [0 0 700 800]	Normal [700 800 900 1200]	Tinggi [900 1200 2500 3000]
A01	1	0	0	0	0	1	0	0	1
A02	0	1	0	0	1	0	0	1	0

Hasil Defuzzifikasi

Rank	Kode	Nama	Total	Hasil	Aksi
1	A02	2	62.5	Sesuai	

Gambar 4. 16 Halaman Perhitungan

Gambar diatas menunjukkan bahwa pada halaman hasil perhitungan akan dapat melihat tabel dimana isi dari tabel adalah data hasil data yang telah ditambahkan oleh admin tersebut.

4.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan suatu tahapan yang dilakukan setelah proses implementasi sistem sudah terlaksana. Pengujian sistem yang dilakukan terdiri dari pengujian akurasi sistem, pengujian *black box*, dan pengujian *user acceptance test*. Secara garis besar, pengujian akurasi sistem dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat akurasi dari sistem kesesuaian lahan untuk tanaman tebu, lalu pengujian *black box* merupakan suatu pengujian yang dilakukan untuk menguji fungsionalitas dari sistem yang telah dibuat. Sedangkan untuk *user acceptance testing* dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dari user.

4.3.1 Pengujian Akurasi Sistem

Pengujian akurasi sistem pakar diagnosa hama dan penyakit pada lahan tanaman tebu dilakukan oleh Bapak Haryanto, yang merupakan pakar dari sistem

pakar yang telah dibuat. Pengujian akurasi sistem dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat akurasi sistem yang dilihat dari hasil akhir perhitungan data yang telah ditambahkan. Pada tahap ini pakar akan melakukan pengujian dan hasil dari pengujian dari pakar akan dibandingkan dengan hasil pengujian menggunakan sistem yang diuji dengan kasus yang sama. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4. 5 berikut:

Tabel 4. 5 Pengujian Akurasi Sistem

Uji Ke-	Suhu, Curah hujan dan ketinggian	Nilai Hasil Diagnosis lahan	Hasil Diagnosis Pakar	Keakuratan
1.	29°C, 1900mm dan 2000mdpl	33%	Kurang Sesuai	Akurat
2.	28°C, 1600mm dan 900mdpl	67%	Sesuai	Akurat
3.	31°C, 1800mm dan 1600mdpl	31%	Kurang Sesuai	Akurat
4.	29°C, 800mm dan 1000mdpl	35%	Kurang Sesuai	Akurat
5.	20°C, 1700mm dan 800mdpl	31%	Kurang Sesuai	Akurat
6.	35°C, 1000mm dan 900mdpl	27,857%	Kurang Sesuai	Akurat
7.	50°C, 1400mm dan 3000mdpl	35%	Kurang Sesuai	Akurat
8.	24°C, 1500mm dan 800mdpl	35%	Kurang Sesuai	Akurat
9.	22°C, 1700mm dan 400mdpl	31%	Kurang Sesuai	Akurat
10.	30°C, 1000mm dan 1100mdpl	33%	Kurang Sesuai	Akurat

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka peneliti mempunyai kesimpulan sebagai berikut:

Sistem analisis kesesuaian lahan pada tanaman tebu dapat dibuat menggunakan dengan metode Logika *Fuzzy Mamdani* berbasis website dengan 3 parameter yaitu suhu udara, curah hujan, dan ketinggian lahan yang tidak sesuai dengan syarat tanaman tebu kemungkinan tanaman tebu tidak dapat ditanam di lahan yang tidak sesuai. Kemungkinan dapat di tanami tanaman tebu jika suhu udara, curah hujan dan ketinggian lahan masuk dalam syarat kesesuaian lahan maka tanaman kopi dapat ditanam, dengan menghasilkan pengujian dengan 10 kali percobaan didapatkan tingkat akurasi sebesar 100% maka aplikasi dapat digunakan oleh petani tebu yang memiliki alat untuk pengukuran suhu udara, curah hujan dan mengetahui ketinggian lahan yang akan ditanami kopi, maka dapat disimpulkan bahwa suhu udara, curah hujan dan ketinggian lahan memiliki pengaruh besar atas kesesuaian lahan pada tanaman tebu.

5.2 Saran

Saran setelahnya dilakukannya penelitiann ini yang dapat peneliti ajukan antara lain:

- a. Dapat ditambah parameter yaitu berupa pH tanah dan kelembaban lahan tebu dan dapat menggunakan algoritma selain *Logika Fuzzy Mamdani* untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.
- b. Pada sistem ini, masih terbatas pada website. Sehingga harapan untuk peneliti selanjutnya, dapat dikembangkan juga dalam bentuk android.

DAFTAR PUSTAKA

- Egasari, A., Puspitanigrum, D., Prawito, P. (2017). Kesesuaianlahan Untuk Tanaman Perkebunan Diprovinsi Bengkulu Dengan Metodebayesdan Inferensi Forward Chaining. *Rekursif Jurnal Informatika*, 5(2).
- Daniel Alfa Puryono. (2018). Pemilihan Varietas Tebu Sesuai Lahan Menggunakan Metode Fuzzy Inferensi System Mamdani. *STIMIKA*, 2(1), 83-90.
- Viky Filia Putra. (2019). Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) di PTPN VII Cinta Manis Kab. Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan. *Sriwijaya University Institutional Repository*.
- Novita, T., Abdul Wahab Abdi. (2019). Evaluasi Kesesuaian Lahan Perkebunan Tebu di Kabupaten Aceh Tengah Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografi. *Jurnal Pendidikan Geosfer*, 4(2), 2541-6936.
- Angga Rustam Ahmadi (2018). Aplikasi Fuzzy Inference System (FIS) Untuk Rencana Produksi di PG. Padjarakan Kabupaten Probolinggo. *UT-Faculty of Agricultural Technology*, 1588.
- S. Nurmuslimah (2020). Aplikasi Metode Fuzzy Mamdani Untuk Pemilihan Tebu Berkualitas Pada Produksi Gula. *NERO : Networking Enginering Research Operation*, 5(1).
- Hartatik, D., Ketut A. W., dan Cahyoadi B. (2015). Respon Pertumbuhan Tanaman Tebu Varietas Bululawang dan Hari Widodo dengan Pemberian Silika. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 10(10), 1-5.
- Pramudito Kartiko Dumipto, Mochtar Lutfi Rayes, Agustina C. (2019). Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Tebu Pada Lahan Karst Formasi Wonosari (TMWL) Kecamatan Gedangan Kabupaten Malang. *Jurnal tanah dan Sumberdaya Lahan*, 6(2).

Yaniar Wahyu Prabawanti (2012). Biosistematika Keanekaragaman Tanaman Tebu
(*Saccharum officinarum*) Melalui Pendekatan Morfologi. *ADLN*
Perpustakaan Universitas Airlangga.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Observasi



Lampiran 2. Dokumentasi Pengujian





Lampiran 3. Pengujian UAT

Kuisiner User Acceptance Testing (Pakar)

Kuisiner ini berisi beberapa pertanyaan mengenai pengalaman saudara/i dalam menggunakan sistem yang telah saya kembangkan. Semoga saudara berkenan dalam memberikan penilaian kegiatan *User Acceptance Testing* atau Pengujian penerimaan pengguna. Terimakasih.

Identitas Responden

Nama : Haryanto
Jenis Kelamin : laki-laki
Usia : 52 Tahun
Pekerjaan : pegawai PG. prajekan

Petunjuk Pengisian :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada kotak yang tersedia di bawah ini!

Keterangan :

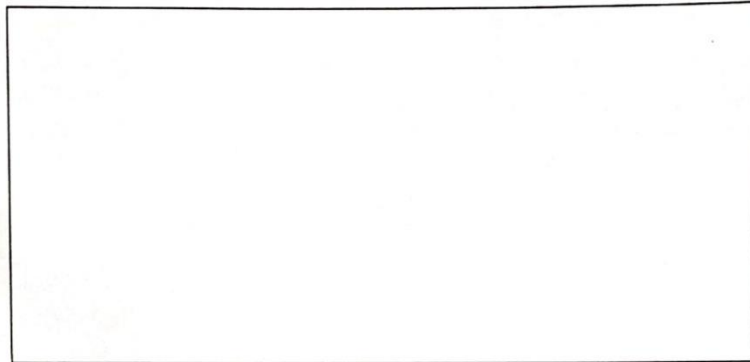
SS	: Sangat Sesuai	(bobot nilai 5)
S	: Sesuai	(bobot nilai 4)
N	: Netral	(bobot nilai 3)
TS	: Tidak Sesuai	(bobot nilai 2)
STS	: Sangat Tidak Sesuai	(bobot nilai 1)

Dipindai dengan CamScanner

No.	Pertanyaan	SS	S	N	TS	STS
1.	Apakah tampilan dari Sistem Pakar Kesesuaian lahan untuk tanaman tebu ini menarik?				✓	
2.	Apakah Sistem Pakar Kesesuaian lahan untuk tanaman tebu mudah digunakan?				✓	
3.	Apakah data – data pada sistem ini sudah sesuai dengan harapan?				✓	
4.	Apakah nilai hipotesa atau nilai pakar sudah sesuai?			✓		
5.	Apakah Sistem Pakar Kesesuaian lahan untuk tanaman tebu membantu menganalisa lahan sesuai data yang di inputkan?					✓
6.	Apakah sistem pakar ini sudah membantu dalam menentukan kualitas lahan yang terbaik untuk tanaman tebu?					✓

Dipindai dengan CamScanner

Kritik & Saran



....., 21 Mei 2022

Responden


.....
HARYANTO

Kuisloner *User Acceptance Testing* (Pengguna)

Kuisloner ini berisi beberapa pertanyaan mengenai pengalaman saudara/i dalam menggunakan sistem yang telah saya kembangkan. Semoga saudara berkenan dalam memberikan penilaian kegiatan *User Acceptance Testing* atau Pengujian penerimaan pengguna. Terimakasih.

Identitas Responden

Nama : Ncl. Afrianto
Jenis Kelamin : Laki-laki
Usia : 22
Pekerjaan : Pegawai Pabrik gula

Petunjuk Pengisian :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada kotak yang tersedia di bawah ini!

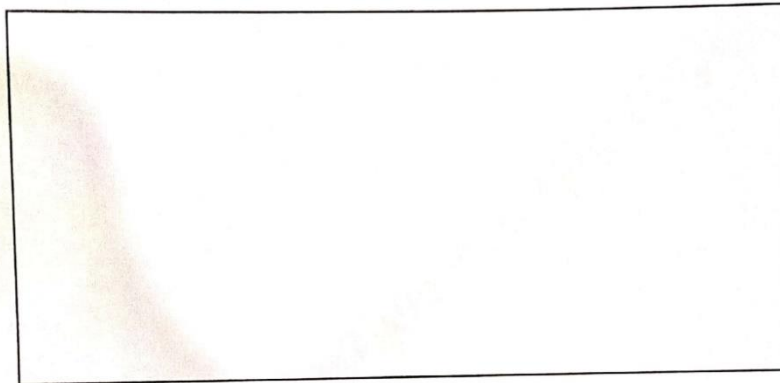
Keterangan :

SS	: Sangat Sesuai	(bobot nilai 5)
S	: Sesuai	(bobot nilai 4)
N	: Netral	(bobot nilai 3)
TS	: Tidak Sesuai	(bobot nilai 2)
STS	: Sangat Tidak Sesuai	(bobot nilai 1)

No.	Pertanyaan	SS	S	N	TS	STS
1.	Apakah tampilan dari Sistem Pakar Kesesuaian lahan untuk tanaman tebu ini menarik?			✓		
2.	Apakah Sistem Pakar Kesesuaian lahan untuk tanaman tebu mudah digunakan?			✓		
3.	Apakah tampilan dari Sistem Pakar Kesesuaian lahan untuk tanaman tebu mudah dipahami?			✓		
4.	Apakah keluaran hasil akhir dari sistem ini mudah dipahami?				✓	
5.	Apakah Sistem Pakar Kesesuaian lahan untuk tanaman tebu membantu menganalisa lahan sesuai data yang di inputkan?				✓	
6.	Apakah sistem pakar ini sudah membantu dalam menentukan kualitas lahan yang terbaik untuk tanaman tebu?				✓	

Dipindai dengan CamScanner

Kritik & Saran



Sabtu, 21 Mei 2022

Responden


Ari. Afrianto

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 4. Pengujian *Black box*

Sistem Pakar Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Tebu Menggunakan Metode Fuzzy Inference System Mamdani

Nama : Haryanto.
Jenis Kelamin : laki-laki
Usia : 52 tahun
Pekerjaan : pegawai PG prajekan

Apabila hasil pengujian berhasil, maka isi kolom hasil pengujian dengan tanda centang (✓) jika tidak berhasil isi dengan tanda (X)

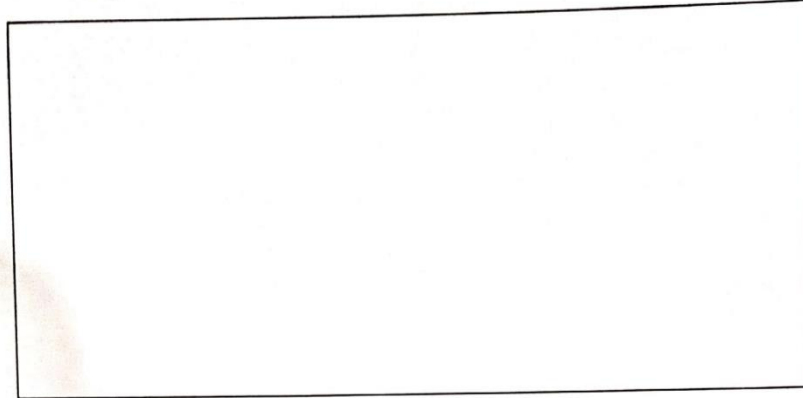
Fitur	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil
Login	Sistem menampilkan form yang digunakan untuk masuk ke dalam sistem. Masukkan username dan password sesuai dengan benar, lalu masukan kembali username dan password yang tidak valid	Jika username dan password valid. Pengguna dapat masuk ke halaman beranda, jika username dan nama tidak valid maka pengguna tidak dapat masuk ke dalam sistem	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
Menu Kriteria	Memilih menu kriteria maka akan menampilkan form tabel dan input data pakar yang diperlukan sebagai parameter yang dibutuhkan dalam aplikasi. Di dalam menu kriteria juga terdapat fitur himpunan untuk	Sistem akan menampilkan tabel data yang telah di inputkan berdasarkan batas batas yang telah ditetapkan dalam penginputan data pakar.	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil

Dipindai dengan CamScanner

	menentukan batas atas atau batas bawah data yang dimasukan.		
Menu aturan	Memilih menu aturan maka akan menampilkan form tambah aturan yang digunakan untuk mengatur role data yang ditetapkan sebagai acuan untuk menentukan hasil yang akan dipilih.	Sistem akan menampilkan daftar aturan yang telah ditetapkan dan diinputkan, lalu data aturan yang telah di tambahkan akan tersimpan kedalam database, dalam menu aturan akan tampil form tambah data aturan dan hasil aturan yang telah di input	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
Menu data aturan	Memilih menu data aturan maka akan menampilkan data pengujian yang di input ke dalam aplikasi yang di sesuaikan dengan aturan yang telah di tetapkan sehingga dapat diketahui data dan aturan yang di input.	Sistem akan menampilkan daftar data dan aturan yang telah di inputkan ke dalam sistem. Di menu ini tidak terdapat hapus atau tambah data karena berpacu fitur data.	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil
Menu data	Memilih menu data maka akan menampilkan fitur tambah data yang akan di hitung dan menampilkan tabel data yang telah di inputkan	Sistem akan menampilkan Daftar data yang di inputkan ke dalam sistem dan dapat di edit dan di hapus sesuai ke inginan pengguna	[✓] Berhasil [] Tidak Berhasil

Dipindai dengan CamScanner

Kritik & Saran



sabtu , 21 mei 2022

Responden


HARYANTO