

SISTEM PAKAR IDENTIFIKASI KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN PERKEBUNAN DI PROVINSI BENGKULU DENGAN METODE *BAYES* DAN INFERENSI *FORWARD CHAINING*

Aseh Egasari¹, Diah Puspitaningrum², Priyono Prawito³

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

³ Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu
Jalan. W.R Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA
(telp: 0736-341022; fax: 0736-341022)

¹asehegasari@yahoo.com

Abstrak: Penentuan kesesuaian lahan pertanian sangatlah penting, karena pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dapat merusak lahan, biaya tinggi dan produktivitas rendah. Oleh karena itu, diperlukan aplikasi sistem pakar yang dapat melakukan identifikasi kesesuaian lahan untuk berbagai tanaman perkebunan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sistem pakar yang mampu mengidentifikasi kesesuaian lahan untuk tanaman perkebunan. Aplikasi sistem pakar ini menggunakan metode *Bayes* dan inferensi *Forward Chaining* dengan 22 karakteristik lahan dan 11 tanaman perkebunan. Metode *Bayes* digunakan untuk menentukan persentase kemungkinan tanaman dari hasil identifikasi dan inferensi *Forward Chaining* 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. Aplikasi sistem pakar ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *Hypertext Preprocessor* (PHP) dan database MySQL. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah model *waterfall* dan perancangan sistem menggunakan diagram *unified modelling language* (UML). Dari hasil pengujian validitas sistem yang dilakukan terhadap 60 data lahan menggunakan metode *bayes* dihasilkan tingkat akurasi sebesar 75%.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Kesesuaian Lahan, Tanaman Perkebunan, *Bayes*, *Forward Chaining*

Abstract: *Land suitability determination is important because utilizing non suitable land may result in land degradation, high cost agribusiness and low productivity cultivation. Therefore, developing an application capable of indentifying land suitability for various crops is necessary. The purposes of this study was to develop an expert system capable of identifying land suitability for selected plantation crops. Bayes and Forward Channing Inference methods have been used in this research by incorporating 22 land characteristics and 11 plantation crops. The Bayes Method was used to determine the probable crops, while the Forward Chaining Inference was used to determine the plantation crops suitable for the*

land. The output is the suitable crop for the land with the highest percentage among the suitable crops. The expert system application was developed with Hypertext Preprocessor (PHP) programming language and MySQL database. The Waterfall model was used to develop the system and system design using Unified Modelling Language (UML) diagrams. Result of validation to the system using 60 data of land shows that the model reach a level of accuracy up to 75%.

Keywords: *expert system, land suitability, plantation crops, bayes method, forward chaining inference.*

I. PENDAHULUAN

Produktivitas tanaman perkebunan sangat tergantung pada kesesuaian lahan dan kualitas lahan yang digunakan. Penentuan kesesuaian lahan pertanian sangatlah penting, karena pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan karakteristik lahan dapat menghambat proses bercocok tanam dan merusak lahan sehingga menjadi salah satu penyebab gagal panen dan menyebabkan kerugian.

Pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan tanaman yang dibudidayakan pada umumnya karena kurangnya pengetahuan dan pemahaman akan karakteristik lahan dan tanaman yang sesuai dengan kondisi lahan yang akan dimanfaatkan. Sehingga dibutuhkan suatu informasi dan alat atau aplikasi yang dapat diperoleh secara cepat dan akurat, untuk menentukan kesesuaian lahan dengan baik.

Untuk mendapatkan kemudahan dalam memperoleh informasi, dapat dilakukan dengan melakukan konsultasi kepada pakar atau ahli yang menangani masalah kesesuaian lahan. 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 [1].

II. LANDASAN TEORI

A. 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 [2].

1. Representasi Pengetahuan

Representasi pengetahuan merupakan metode yang digunakan untuk mengkodekan pengetahuan dalam sebuah sistem pakar yang berbasis pengetahuan. Perepresentasian dimaksudkan untuk menangkap sifat-sifat penting masalah dan membuat informasi itu dapat diakses oleh prosedur pemecahan masalah. Pengetahuan dapat direpresentasikan dalam bentuk yang sederhana atau kompleks, tergantung dari masalah.

2. Masalah Inferensi

Mekanisme Inferensi adalah bagian dari sistem pakar yang melakukan penalaran dengan menggunakan isi daftar aturan

berdasarkan urutan dan pola tertentu. Selama proses konsultasi antar sistem dengan pemakai, mekanisme inferensi menguji aturan satu sampai kondisi aturan itu benar. Secara umum ada dua teknik utama yang digunakan dalam mekanisme inferensi untuk pengujian aturan, yaitu Metode *Forward Chaining* dan *Backward Chaining*.

Metode *Forward Chaining* adalah suatu metode pengambilan keputusan yang umum digunakan dalam sistem pakar. Proses pencarian dengan metode *Forward Chaining* berangkat dari kiri ke kanan, yaitu dari premis menuju kepada kesimpulan akhir, metode ini sering disebut *data driven* yaitu pencarian dikendalikan oleh data yang diberikan. Aktivitas sistem dilakukan berdasarkan siklus mengenal-beraksi. Mula-mula, sistem mencari semua aturan yang kondisinya terdapat di memori kerja, kemudian memilih salah satunya dan menjalankan aksi yang bersesuaian dengan aturan tersebut. Pemilihan aturan yang akan dijalankan berdasarkan strategi tetap yang disebut strategi penyelesain konflik. Aksi tersebut menghasilkan memori kerja baru dan siklus diulangi lagi sampai tidak ada aturan yang dapat dipicu, atau tujuan yang dikehendaki sudah terpenuhi. Dan metode *Backward Chaining* adalah suatu metode pengambilan keputusan yang juga umum digunakan dalam sistem pakar. Percobaan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kanan (*THEN* dulu).

B. Lahan

Lahan merupakan bagian dari bentang alam (*landscape*) yang mencakup pengertian lingkungan fisik termasuk iklim, topografi, tanah,

hidrogi, dan bahkan keadaan vegetasi alami yang semuanya secara potensial akan berpengaruh terhadap penggunaan lahan [3].

1. Karakteristik Lahan

Karakteristik lahan adalah sifat lahan yang dapat diukur atau diestimasi.

Dalam penelitian ini, aplikasi sistem pakar akan menggunakan karakteristik lahan sebagaimana diajukan oleh [3].

- a. Temperatur udara : Temperatur udara tahunan dan dinyatakan dalam $^{\circ}\text{C}$.
- b. Lamanya masa kering : Jumlah bulan kering berturut-turut dalam setahun dengan jumlah curah hujan kurang dari 60 mm.
- c. Kelembaban udara : Kelembaban udara rerata tahunan dan dinyatakan dalam %.
- d. Drainase : Pengaruh laju perkolasi air ke dalam tanah terhadap aerasi udara dalam tanah.
- e. Tekstur : Menyatakan istilah dalam distribusi partikel tanah halus dengan ukuran $<2\text{ mm}$
- f. Bahan kasar : Menyatakan volume dalam % dan adanya bahan kasar dengan ukuran $>2\text{mm}$.
- g. Kedalaman tanah : Menyatakan dalamnya lapisan tanah dalam cm yang dapat dipakai untuk perkembangan perakaran dari tanaman yang dievaluasi.
- h. Ketebalan gambut: Digunakan pada tanah gambut dan menyatakan tebalnya lapisan gambut dalam cm dari permukaan.
- i. Kematangan gambut : Digunakan pada tanah gambut dan menyatakan

tingkat kandungan seratnya dalam bahan saprik, hemik, atau fibrik.

- j. KTK liat : Menyatakan kapasitas tukar kation dari fraksi liat.
- k. Kejenuhan basa: Jumlah basa-basa (NH_4OAc) yang ada dalam 100 gram contoh tanah.
- l. Reaksi tanah (pH) : Nilai pH tanah di lapangan.
- m. C-Organik: Kandungan karbon organik tanah.
- n. Salinitas : Kandungan garam terlarut pada tanah yang dicerminkan oleh daya hantar listrik.
- o. Alkalinitas : Kandungan natrium dapat ditukar
- p. Kedalaman bahan sulfidik: Dalamnya bahan sulfidik diukur dari permukaan tanah sampai batas atas lapisan sulfidik.
- q. Lereng : Menyatakan kemiringan lahan diukur dalam %.
- r. Bahaya erosi: Diprediksi dengan memperhatikan adanya erosi lembar permukaan, erosi alur, dan erosi parit, atau dengan memperhatikan permukaan tanah yang hilang (rata-rata) pertahun.
- s. Genangan: Jumlah lamanya genangan dalam bulan selama 1 tahun.
- t. Batuan di permukaan: Volume batuan (dalam %) yang ada di permukaan tanah/lapisan olah.

2. Kualitas Lahan

Kualitas lahan adalah sifat-sifat pengenal atau *attribute* yang bersifat kompleks dari sebidang lahan. Setiap kualitas lahan memiliki keragaan (*performance*) tertentu dan biasanya terdiri atas satu atau lebih

karakteristik lahan (*land characteristics*). Kualitas lahan yang optimum bagi kebutuhan tanaman atau penggunaan lahan merupakan batasan bagi kelas kesesuaian lahan yang paling sesuai (S1). Sedangkan kualitas lahan yang di bawah optimum merupakan batasan kelas kesesuaian lahan antara kelas yang cukup sesuai (S2), dan /atau sesuai marginal (S3). Diluar batasan tersebut merupakan lahan-lahan yang tergolong tidak sesuai (N).

3. Struktur Klasifikasi Kesesuaian Lahan

Struktur klasifikasi kesesuaian lahan menurut kerangka FAO (1976) dapat dibedakan menurut tingkatannya sebagai berikut [3]:

1) Ordo : Keadaan kesesuaian lahan secara global.

2) Kelas : keadaan tingkat kesesuaian dalam tingkat ordo.

Pada tingkat kelas, lahan yang tergolong ordo sesuai (S) dibedakan ke dalam tiga kelas yaitu:

a. 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.

b. Kelas S2, cukup sesuai. Lahan mempunyai faktor pembatas, dan faktor pembatas ini akan berpengaruh terhadap produktivitasnya, memerlukan tambahan masukan (*input*).

- c. 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.
- d. Kelas N, tidak sesuai. Lahan yang tidak sesuai (N) karena mempunyai faktor pembatas yang sangat berat dan/atau sulit diatasi.
- 3) Subkelas : keadaan tingkatan dalam kelas kesesuaian lahan. Kelas kesesuaian lahan dibedakan menjadi subkelas berdasarkan kualitas dan karakteristik lahan yang menjadi faktor pembatas terberat.
- 4) Unir : Keadaan tingkatan dalam subkelas kesesuaian lahan, yang didasarkan pada sifat tambahan yang berpengaruh dalam pengelolaannya. Selain struktur kesesuaian lahan, terdapat macam-macam kesesuaian lahan. Menurut kerangka FAO (1976) dikenal dua macam kesesuaian lahan, yaitu kesesuaian lahan kualitatif dan kesesuaian lahan kuantitatif. Kesesuaian lahan kualitatif adalah kesesuaian lahan yang hanya dinyatakan dalam istilah kualitatif, tanpa penghitungan yang tepat baik biaya atau modal maupun keuntungan. Klasifikasi ini didasarkan hanya pada potensi fisik lahan. Kesesuaian lahan kuantitatif adalah kesesuaian lahan yang didasarkan tidak hanya pada aspek lahan, tetapi juga

mempertimbangkan aspek ekonomi, seperti *input output* atau *cost benefit*. Kesesuaian lahan aktual adalah kesesuaian lahan yang dilakukan pada kondisi penggunaan lahan sekarang tanpa masukan perbaikan. Kesesuaian lahan potensial adalah kesesuaian lahan yang dilakukan pada kondisi setelah diberikan masukan perbaikan, seperti penambahan pupuk, pengairan atau terasiring tergantung dari jenis faktor pembatasnya.

C. Metode Bayes

Probabilitas Bayes merupakan salah satu cara yang baik untuk mengatasi ketidakpastian data dengan menggunakan formula Bayes yang dinyatakan dengan rumus:

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) * P(H)}{P(E)} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

$P(H|E)$: Probabilitas hipotesis H jika diberikan *evidence E*

$P(E|H)$: Probabilitas munculnya *evidence* apapun.

$P(E)$: Probabilitas *evidence E*.

Secara umum teorema Bayes dengan *E* kejadian dan hipotesis *H* dapat dituliskan dalam bentuk:

$$\begin{aligned} P(H_i|E) &= \frac{P(E \cap H)}{\sum P(E \cap H_i)} \\ &= \frac{P(E|H_i)P(H_i)}{\sum P(E|H_i)P(H_i)} \\ &= \frac{P(E|H_i)P(H_i)}{P(E)} \dots \dots \dots (2.2) \end{aligned}$$

Teorema Bayes dapat dikembangkan jika setelah dilakukan pengujian terhadap hipotesis kemudian muncul lebih dari satu *evidence*. Maka persamaannya akan menjadi:

$$P(H|E, e) = P(H|E) \frac{P(e|E, H)}{P(e|H)} \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

e :evidence lama

E :evidence baru

$P(H|E, e)$:Probabilitas hipotesis H benar jika muncul evidence baru E dari evidence baru E dari evidence lama e .

$P(H|E)$:Probabilitas hipotesis H benar jika diberikan evidence E .

$P(e|E, H)$:Kaitan antar e dan E jika hipotesis H benar.

$P(e|E)$:Kaitan antar e dan E tanpa memandang hipotesis apapun [4].

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

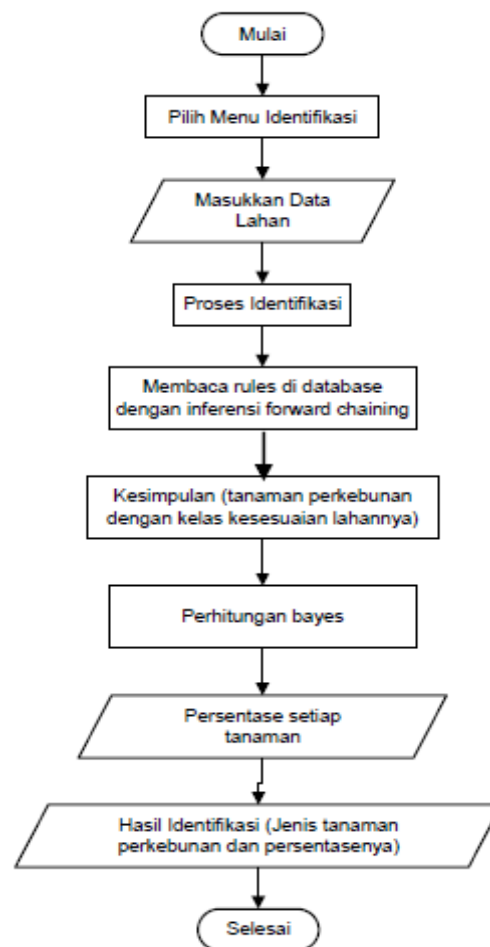
A. Identifikasi Kebutuhan

Sistem pakar dalam penelitian ini merupakan sebuah aplikasi perangkat lunak yang dapat memberikan informasi mengenai kesesuaian lahan untuk tanaman perkebunan atau tanaman yang sesuai untuk ditanam pada suatu wilayah yang ada di Provinsi Bengkulu. Informasi yang diberikan diperoleh dari hasil pengolahan data, dan pengetahuan yang dimiliki oleh pakar dibidang ilmu pertanian.

Aplikasi sistem pakar ini dapat digunakan untuk 2 (dua) jenis pengguna, yaitu admin dan pengunjung. Admin dalam sistem ini adalah seorang pakar yang memiliki hak akses untuk melakukan pengolahan data di dalam sistem. Pengunjung adalah seseorang yang membutuhkan informasi. Selain itu, data yang dibutuhkan dalam aplikasi sistem pakar ini berupa data karakteristik lahan dan data kriteria atau syarat tumbuh tanaman perkebunan.

B. Analisis Alur Kerja Sistem

Analisis alur kerja sistem bertujuan untuk memahami alur kerja sistem yang dimulai dari *input* data yang dimasukkan pengguna sampai dengann menghasilkan keluaran (*output*).



Gambar 3.1 Diagram Alur Kerja Sistem

Berdasarkan diagram alur pada gambar di atas, masukkan pada sistem untuk melakukan proses identifikasi adalah data karakteristik lahan. Inferensi *forward chaining* digunakan untuk membaca *rules* didalam *database* dan metode *bayes* digunakan untuk menghitung persentase kesimpulan yang telah didapat sebelumnya.

C. Analisis Metode

Data yang diperlukan untuk menjalankan aplikasi sistem identifikasi kesesuaian lahan dengan metode *Bayes* ini adalah data karakteristik lahan dan tanaman perkebunan. Saat melakukan identifikasi, pengguna akan memasukkan data lahan yang dimiliki dengan memilih beberapa pilihan nilai karakteristik lahan pada *combobox* yang tersedia. Berikut langkah-langkah perhitungan *Bayes* pada sistem pakar identifikasi kesesuaian lahan untuk tanaman perkebunan:

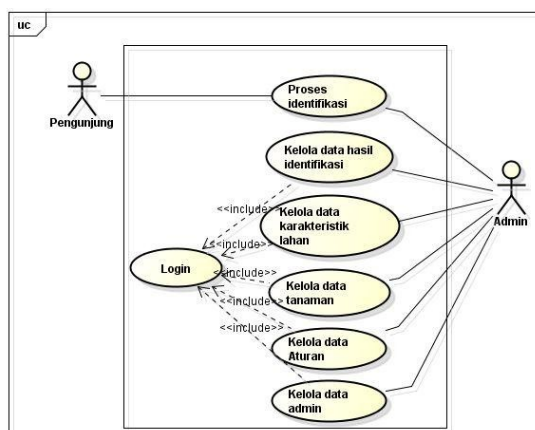
1. Tentukan jumlah data keseluruhan hipotesis.
2. Hitung probabilitas setiap hipotesis tanpa memandang *evidence* apapun.
3. Hitung probabilitas setiap karakteristik terhadap hipotesis.
4. Hitung probabilitas *evidence* E.
5. Hitung nilai *bayes* untuk setiap hipotesis (tanaman).
6. Hitung total seluruh *bayes*
7. Persentase *bayes* = $\frac{\text{jumlah bayes}}{\text{total seluruh bayes}} \times 100\%$

D. Unified Modelling Language (UML)

UML dibutuhkan dalam pemodelan visual guna untuk menspesifikasikan, menggambarkan, membangun, dan dokumentasi dari setiap perangkat lunak.

1. Use Case Diagram

Use case digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sebuah sistem informasi dan siapa saja yang berhasil menggunakan fungsi-fungsi itu.

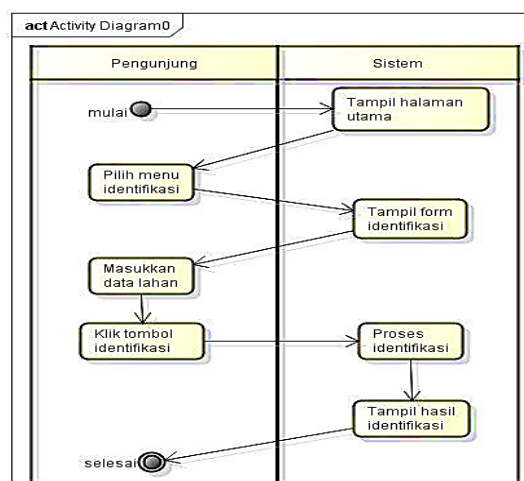


Gambar 3.2 Use Case Diagram

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa terdapat dua aktor yaitu, admin dan pengunjung sistem. Dan terdapat tujuh use case, yaitu proses identifikasi, kelola data hasil identifikasi, kelolah data karakteristik lahan, kelola data tanaman, kelola data aturan (*rules*), kelola data admin dan login. Untuk melakukan proses pengolahan data, seorang admin harus melakukan login terlebih dahulu.

2. Activity Diagram

Activity diagram menggambarkan *workflow* (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem.



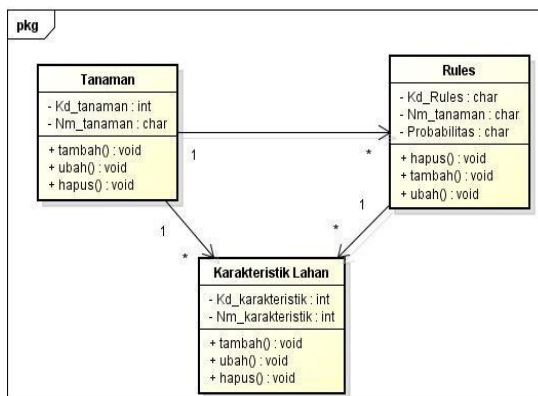
Gambar 3.3 Activity Diagram Identifikasi

Activity diagram pada gambar 3.3 di atas menunjukkan aktifitas identifikasi. Aktifitas dimulai dengan sistem menampilkan halaman

utama pada saat pengguna mengakses sistem, kemudian untuk melakukan identifikasi pilih menu identifikasi maka sistem akan menampilkan *form* identifikasi. Masukkan data lahan pada *form* identifikasi yang tersedia, setelah data yang dimiliki pengguna dimasukkan, klik tombol identifikasi. Maka sistem akan melakukan proses identifikasi dan menampilkan hasil identifikasi dari data yang dimasukkan sebelumnya.

3. Class Diagram

Class diagram adalah diagram yang menunjukkan kelas-kelas yang ada dari sebuah sistem dan hubungannya secara logika.

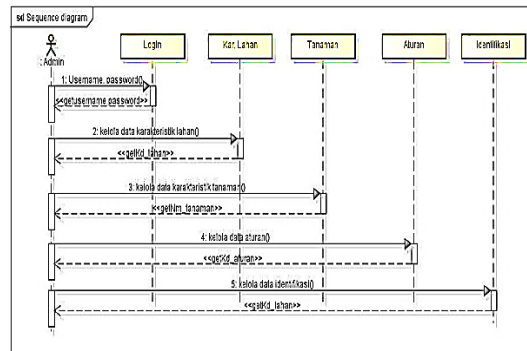


Gambar 3.4 Class Diagram

Pada gambar di atas, terdapat tiga kelas yang saling berhubungan yaitu, kelas karakteristik lahan, tanaman, dan *rules*.

4. Sequence Diagram

Sequence diagram digunakan untuk menggambarkan arus pekerjaan, pesan yang sampaikan dan bagaimana elemen-elemen di dalamnya bekerja sama dari waktu ke waktu untuk mencapai suatu hasil.

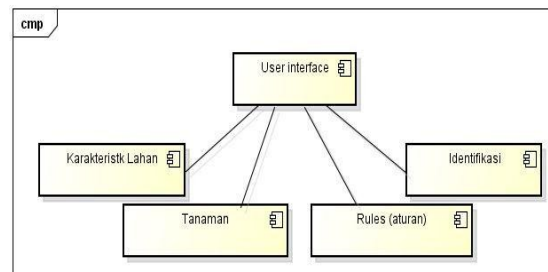


Gambar 3.5 Sequence Diagram

Dari diagram di atas dapat dilihat bagaimana objek-objek yang terdapat pada sistem menyampaikan pesan dan saling bekerja sama untuk mencapai suatu hasil berupa hasil identifikasi kesesuaian lahan.

5. Component Diagram

Diagram komponen dibuat untuk menunjukkan organisasi dan ketergantungan diantara kumpulan komponen dalam sebuah sistem.



Gambar 3.6 Component Diagram

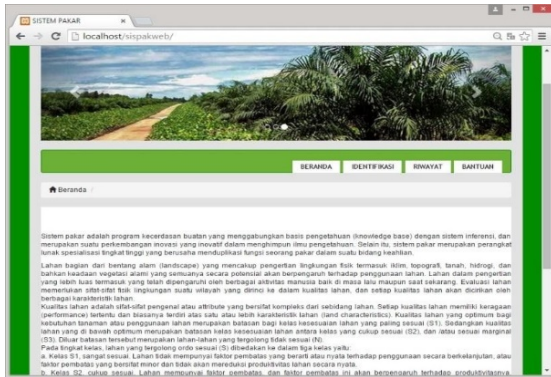
Pada gambar di atas terdapat beberapa komponen pada aplikasi yang akan dibangun, yaitu *user interface*, karakteristik lahan, tanaman, *rules* dan identifikasi.

IV. PEMBAHASAN

Sistem pakar identifikasi kesesuaian lahan untuk tanaman perkebunan ini merupakan sistem pakar yang berbasis web. Sistem pakar ini diimplementasikan menggunakan bahasa

pemrograman PHP dengan *notebook* berspesifikasi Ram 4 GB dan *processor core i3*.

A. Tampilan Antarmuka



Gambar 4.1 Tampilan Beranda Aplikasi

Gambar 4.1 di atas merupakan tampilan dari halaman utama aplikasi. Halaman utama merupakan halaman yang akan keluar pada saat pengguna mengakses sistem atau mengunjungi halaman *website*. Berikut tampilan barisan menu-menu yang terdapat pada beranda aplikasi sistem tersebut:



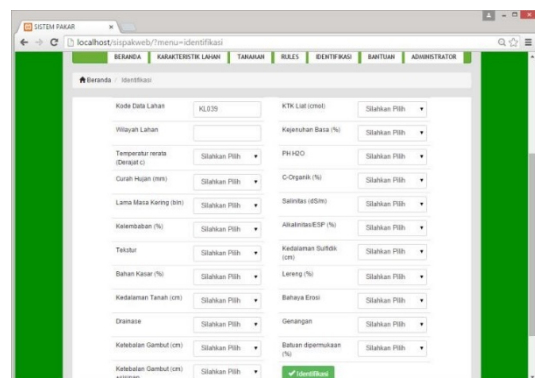
Gambar 4.2 Tampilan Menu Beranda Aplikasi (a) Pengunjung, (b) Admin.

Gambar 4.2 bagian (a) merupakan menu-menu yang terdapat pada beranda aplikasi untuk seorang pengunjung aplikasi. Menu beranda merupakan menu yang memuat halaman awal aplikasi. Menu identifikasi merupakan menu yang memuat halaman yang dapat digunakan oleh pengunjung untuk memasukkan data-data lahan yang dibutuhkan dalam proses identifikasi. Menu riwayat memuat halaman yang berisi hasil-hasil identifikasi yang dilakukan sebelumnya. Menu

bantuan merupakan menu yang memuat halaman mengenai petunjuk dan informasi yang dibutuhkan dalam mengakses sistem aplikasi, dan menu admin digunakan oleh admin untuk mengelolah sistem.

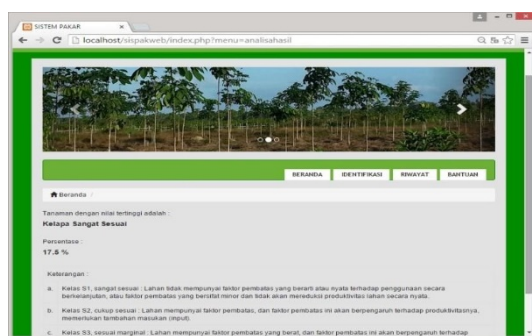
Gambar 5.2 bagian (b) merupakan menu-menu yang terdapat pada halaman utama admin, menu-menu tersebut digunakan oleh admin untuk melakukan pengolahan data. Pengolahan data dapat dilakukan setelah seorang admin melakukan *login* dengan memasukkan *username* dan *password*. Menu karakteristik lahan memuat halaman yang berisi data-data karakteristik lahan. Menu tanaman memuat halaman yang berisi data-data tanaman perkebunan. Menu *rules* merupakan menu yang memuat data-data aturan yang diperlukan pada saat proses identifikasi.

Berikut tampilan antarmuka halaman menu identifikasi pada sistem pakar ini.



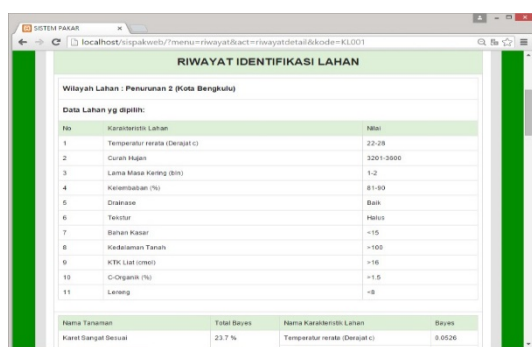
Gambar 4.3 Tampilan Halaman Menu Identifikasi

Menu identifikasi adalah menu yang memuat halaman yang dapat digunakan oleh pengunjung untuk memasukkan data-data lahan yang dibutuhkan dalam proses identifikasi. Pada halaman ini pengguna sistem akan memilih data-data karakteristik lahan pada *combobox* yang tersedia. Setelah memilih data karakteristik lahan, lakukan proses identifikasi maka sistem akan menampilkan hasil identifikasi seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.3 Tampilan Halaman Hasil Identifikasi

Keluaran sistem adalah hasil identifikasi kesesuaian lahan berupa jenis tanaman perkebunan dan kesesuaian lahannya yang memiliki nilai persentase tertinggi. Pengguna dapat melihat detail hasil identifikasi yang telah dilakukan sebelumnya pada menu riwayat yang tersedia. Menu riwayat tersebut memuat informasi seperti wilayah data lahan yang dimasukkan, data karakteristik lahan yang dipilih pada *combobox* yang tersedia, nilai probabilitas masing-masing karakteristik lahan dan hasil persentase masing-masing tanaman. berikut tampilan menu riwayat yang ada pada sistem.



Gambar 4.4 Tampilan Halaman Detail Riwayat Identifikasi Lahan

B. Pengujian Sistem

Pengujian sistem pakar identifikasi kesesuaian lahan untuk tanaman perkebunan pada penelitian ini menggunakan 60 data titik pengamatan yang dipilih secara acak dari 3 wilayah di Provinsi Bengkulu, yaitu: wilayah Kota Bengkulu,

Kabupaten Rejang Lebong dan Kabupaten Mukomuko. Hasil keluaran sistem pakar akan dibandingkan dengan hasil analisis dari seorang pakar. Berikut ini tabel hasil validitas pengujian sistem.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sistem

a. Wilayah Kota Bengkulu

Titik Pengamatan	Hasil Analisis manual	Output sistem (10 peringkat teratas)	Output sistem pakar	Pakar (manusia)	Keterangan (output sistem vs pakar)
Penurunan 2	S1 Karet S1 kelapa S2 kelapa S3 kopi S3 arabika S2 kopi robusta S3 kakao S2 cengkeh N teh S2 tembakau S2 lada S3 kayu manis	S1 Karet S1 Kelapa S1 Lada S2 Kopi Robusta S3 Kakao S2 Tembakau S2 Kelapa Sawit S3 Kayu Manis S2 Karet S2 Kelapa	S1 Karet	S1 karet	Benar
Penurunan 3	S1 Karet S1 kelapa S2 kelapa S3 kopi S3 arabika S2 kopi robusta S3 kakao S2 cengkeh S2 lada S3 kayu manis	S1 Karet S1 Kelapa S1 Lada S3 Kakao S2 Kopi Robusta S3 Kopi Arabika S2 Tembakau S2 Karet S2 Kelapa	S1 Karet	S1 karet	Benar
Penurunan 3	S1 Karet S1 kelapa S2 kelapa S3 kopi S3 arabika S2 kopi robusta S3 kakao S2 cengkeh N teh S2 tembakau S2 lada S3 kayu manis	S1 Karet S1 Kelapa S1 Lada S3 Kakao S2 Kopi Robusta S3 Kopi Arabika S2 Tembakau S2 Karet S2 Kelapa Sawit S2 Kelapa	S1 Karet	S1 karet	Benar
Jl. Jenggalu 1	S1 Karet S1 kelapa S2 kelapa S3 kopi S3 arabika S2 kopi robusta S3 kakao S3 cengkeh N teh S2 tembakau S2 lada S3 kayu manis	S1 Kelapa S1 Karet S1 Lada S2 Kopi Robusta S3 Kopi Arabika S3 Kakao S2 Tembakau S3 Kayu Manis S2 Kelapa S2 Kelapa Sawit	S1 kelapa	S1 kelapa	Benar
Jl. Jenggalu 2	S1 Karet S1 kelapa S2 kelapa S3 kopi S3 arabika S2 kopi robusta S3 kakao S3 cengkeh N teh S2 tembakau S3 lada S3 kayu manis	S1 Kelapa S1 Karet S1 Lada S2 Kopi Robusta S3 Kopi Arabika S3 Kakao S2 Tembakau S2 Kelapa Sawit S3 Kayu Manis S2 Kelapa	S1 Kelapa	S1 kelapa	Benar
Jl. Jenggalu 3	S1 Karet S1 kelapa S2 kelapa S3 kopi S3 arabika S2 kopi robusta S3 kakao S3 cengkeh N teh S2 tembakau S3 lada S3 kayu manis	S1 Karet S1 Kelapa S1 Lada S2 Kopi Robusta S3 Kakao S3 Kopi Arabika S2 Tembakau S2 Kelapa Sawit S3 Kayu Manis S2 Karet	S1 Karet	S1 karet	Benar

b. Wilayah Kabupaten Muko-muko (PT. Agromuko)

Titik Pengamatan	Hasil Analisis manual	Output sistem (10 peringkat teratas)	Output sistem pakar	Pakar (manusia)	Keterangan (output sistem vs pakar)
DN3 80-120	N karet N kelapa N kelapa sawit N kopi arabika N kopi robusta N kakao N cengkeh N teh N tembakau N lada N kayu manis			Tidak Sesuai	Benar
DN1 40-80	N Karet N Kelapa N Kelapa Sawit N Kopi Arabika N Kopi Robusta N Kakao N Cengkeh N Teh N Tembakau N Lada N Kayu Manis			Tidak Sesuai	Benar
HN7 0-40	N Karet N Kelapa N Kelapa Sawit N Kopi Arabika N Kopi Robusta N Kakao N Cengkeh N Teh N Tembakau N Lada N Kayu Manis			Tidak Sesuai	Benar
HNI 80-120	N Karet N Kelapa N Kelapa Sawit N Kopi Arabika N Kopi Robusta N Kakao N Cengkeh N Teh N Tembakau N Lada N Kayu Manis			Tidak Sesuai	Benar
HNS 0-40	N Karet N Kelapa N Kelapa Sawit N Kopi Arabika N Kopi Robusta N Kakao N Cengkeh N Teh N Tembakau N Lada N Kayu Manis			Tidak Sesuai	Benar

	cengkeh S2 teh S3 tembakau S2 lada S2 kayu manis	S2 kakao S2 kelapa S2 karet			
Bengko	S2 karet S2 kelapa S2 kelapa sawit S3 kopi arabika S2 kopi robusta S2 kakao S2 cengkeh S2 kopi robusta S2 kopi robusta S2 kayu manis S2 lada	S1 lada S1 karet S1 kelapa S2 kakao S2 teh S2 cengkeh S2 kelapa sawit S2 kopi robusta S2 kopi robusta S2 kayu manis S2 lada	S1 Lada	S1 Lada	Benar
Kabawetan	S3 karet S2 kelapa S2 kelapa sawit S2 kopi arabika S2 kopi robusta S2 kakao S2 cengkeh S2 teh S2 tembakau S2 lada S2 kayu manis	S1 lada S1 karet S1 kelapa S2 kakao S2 teh S2 cengkeh S2 kelapa sawit S2 kopi robusta S2 kopi robusta S2 kayu manis S2 lada	S1 Lada	S1 Lada	Benar
Sumber bening	S3 karet S3 kelapa S2 kelapa sawit N kopi arabika S3 kopi robusta S3 kakao S3 cengkeh S2 teh N tembakau S3 lada S3 kayu manis	S2 kelapa sawit S2 kopi robusta S3 kopi arabika S1 karet S1 kelapa S2 kayu manis S2 cengkeh S1 lada S2 tembakau S3 kakao S2 kakao	S2 kelapa sawit	S2 cengkeh	Salah

Berdasarkan tabel 5.32 di atas, hasil identifikasi dari 60 data uji yang dimasukkan terdapat 45 data yang diidentifikasi dengan benar sesuai dengan target. Tingkat akurasi diperoleh dengan menggunakan persamaan (4.1) di bawah ini:

$$Akurasi (\%) = \frac{45}{60} \times 100\% = 75\%$$

Berdasarkan perhitungan tingkat akurasi sistem di atas, maka tingkat akurasi yang diperoleh dari pengujian adalah sebesar 75%

Kesalahan dalam proses identifikasi terjadi karena terdapat kekeliruan pada data yang

c. Wilayah Kabupaten Rejang Lebong

Titik Pengamatan	Hasil Analisis manual	Output sistem (10 peringkat teratas)	Output sistem pakar	Pakar (manusia)	Keterangan (output sistem vs pakar)
Sumber Urip	S3 karet S2 kelapa S2 kelapa sawit S3 kopi arabika S3 kopi robusta S3 kakao S2	S1 karet S1 kelapa S1 lada S2 cengkeh S2 kelapa sawit S3 kopi arabika S2 kopi robusta	S1 Karet	S2 kopi robusta	Salah

dimasukkan, misalnya terjadi kekeliruan pada data temperatur rerata dan kelembaban udara.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah menghasilkan aplikasi sistem pakar untuk identifikasi kesesuaian lahan untuk tanaman perkebunan di Provinsi Bengkulu. Aplikasi ini berbasis *web* dengan metode *bayes* dan inferensi *forward chaining* dengan 11 jenis tanaman perkebunan, 4 kelas kesesuaian lahan dan 22 karakteristik lahan.
2. Pada penelitian ini kelas kesesuaian lahan masing-masing tanaman perkebunan telah ditentukan secara manual dan sistem akan memberikan keluaran atau *output* berupa jenis tanaman perkebunan dan kesesuaian lahannya yang memiliki persentase tertinggi.
3. Berdasarkan hasil pengujian sistem yang dilakukan terhadap 60 data lahan dengan menggunakan metode *bayes* diperoleh nilai keberhasilan sebesar 75%.
4. Sistem pakar kurang sesuai untuk kasus identifikasi kesesuaian lahan ini, untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan alternatif lain seperti sistem pendukung keputusan, karena sistem pendukung keputusan lebih banyak memberikan alternatif perankingan sehingga lebih kompatibel.

VI. SARAN

Berdasarkan analisis perancangan sistem, implementasi, dan pengujian sistem, maka untuk

pengembangan penelitian selanjutnya penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dalam hal metode yang digunakan. Ke depannya diharapkan untuk dapat menggunakan metode yang lebih baik selain metode *bayes* contohnya seperti metode Fuzzy Tsukamoto, karena metode ini mampu menoleransi data-data yang kurang tepat.
2. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan sistem dapat melakukan identifikasi untuk jenis tanaman yang lebih banyak dengan data lahan yang lebih bervariasi dan lengkap agar hasil yang digunakan lebih akurat dan lebih tepat guna.

REFERENSI

- [1] Kristanto, A. (2004). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Kusriani. (2006). *Sistem Pakar, Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.
- [3] Djaenudin, e. A. (2003). *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian*. Bogor: Balai Penelitian, Puslitbangtanak, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- [4] Winiarti, S. (2008). Pemanfaatan Teorema Bayes dalam Penentuan Penyakit THT. *Jurnal Informatika Vol2, No.2*.
- [5] Wijayanti, R., & Winiarti, S. (2013). Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pada Buah-Buahan Pasca Panen. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika VOL 1, No. 1 e-ISSN: 2338-5197*.
- [6] Susanti, F. & Winiarti, S. (2013). Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Pertanian untuk Pembudidayaan Tanaman Buah-buahan. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika Volume 1 Nomor 1, Juni 2013 e-ISSN: 2338-5197*.
- [7] Azis, A., Sunarminto, B. H., & Renanti, M. D. (2006). Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Budidaya Tanaman Pangan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Berkala Ilmiah MIPA VOL. 16, No. 1*.
- [8] Lestari, U. (2012). Sistem Aplikasi Identifikasi Lahan untuk Budidaya Tanaman Pangan Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ). *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III Yogyakarta, 3 November 2012 ISSN: 1979-911X*.

- [9] Nugroho, A. K. (2013). Sistem Pakar Menggunakan Teorema Bayes untuk Mendiagnosa Penyakit Kehamilan. *Berkala MIPA*, 23 (3), September 2013.
- [10] Sevani, N., Marimin & Sukoco, H. (2009). Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Berdasarkan Faktor Penghambat Terbesar (Maximum Limitation Factor) untuk Tanaman Pangan. *Jurnal Informatika Vol. 10, No.1*, 23-31.