

**ANALISIS PENYEBARAN KASUS PENYAKIT TERNAK BERDASARKAN  
DAERAHNYA PADA DATA PUSAT KESEHATAN HEWAN  
PERDAGANGAN MENGGUNAKAN METODE *CLUSTERING*  
DBSCAN DI KECAMATAN BANDAR**

**SKRIPSI**

**DISUSUN OLEH**

**MUHAMMAD NAUFAL DZAKIYYA**

**NPM. 2209010206**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2026**

**ANALISIS PENYEBARAN KASUS PENYAKIT TERNAK BERDASARKAN  
DAERAHNYA PADA DATA PUSAT KESEHATAN HEWAN  
PERDAGANGAN MENGGUNAKAN METODE *CLUSTERING*  
DBSCAN DI KECAMATAN BANDAR**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
(S.Kom) dalam Program Studi Sistem Informasi pada Fakultas Ilmu Komputer  
dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

**MUHAMMAD NAUFAL DZAKIYYA  
NPM. 2209010206**

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2026**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : ANALISIS PENYEBARAN KASUS PENYAKIT TERNAK BERDASARKAN DAERAHNYA PADA DATA PUSAT KESEHATAN HEWAN PERDAGANGAN MENGGUNAKAN METODE *CLUSTERING* DBSCAN DI KECAMATAN BANDAR

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD NAUFAL DZAKIYYA

NPM : 2209010206

Program Studi : SISTEM INFORMASI

Menyetujui  
Komisi Pembimbing



(Zuli Agustina Gultom, M.Si.)  
NIDN. 0130089003

Ketua Program Studi



Mahardika Abdi Prawira Tanjung, S.Kom., M.Kom.  
NIDN. 0117088902

Dekan



Asst. Prof. Dr. Al-Khowarizmi, M.Kom.  
NIDN. 0127099201

## PERNYATAAN ORISINALITAS

### ANALISIS PENYEBARAN KASUS PENYAKIT TERNAK BERDASARKAN DAERAHNYA PADA DATA PUSAT KESEHATAN HEWAN PERDAGANGAN MENGGUNAKAN METODE *CLUSTERING* DBSCAN DI KECAMATAN BANDAR

#### SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, Mei 2026

Yang membuat pernyataan



Muhammad Naufal Dzakiyya

NPM. 2209010206

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

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Naufal Dzakiyya  
NPM : 2209010206  
Program Studi : Sistem Informasi  
Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**ANALISIS PENYEBARAN KASUS PENYAKIT TERNAK  
BERDASARKAN DAERAHNYA PADA DATA PUSAT KESEHATAN  
HEWAN PERDAGANGAN MENGGUNAKAN METODE *CLUSTERING*  
DBSCAN DI KECAMATAN BANDAR**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, Mei 2026  
Yang membuat pernyataan

Muhammad Naufal Dzakiyya  
NPM. 2209010206

## RIWAYAT HIDUP

### DATA PRIBADI

Nama Lengkap : MUHAMMAD NAUFAL DZAKIYYA  
Tempat dan Tanggal Lahir : P.SIANTAR 03-01-2005  
Alamat Rumah : HUTA II TANJUNG HATARAN  
Telepon/Faks/HP : 081232129615  
E-mail : zakyabaru@gmail.com  
Instansi Tempat Kerja : UPT PUSKESWAN PERDAGANGAN  
Alamat Kantor : Pematang Kerasaan Rejo, Kecamatan  
Bandar, Kabupaten Simalungun,  
Sumatera Utara 21162

### DATA PENDIDIKAN

SD : SD Negri 095257 Tanjung Hataran Kabupaten  
Simalungun  
TAMAT SD : 25 Juni 2016  
SMP : SMP Negri 1 Bandar Huluan, Kabupaten Simalungun  
TAMAT SMP : 29 Mei 2019  
SMA : SMA Swasta Muhammadiyah 7 Serbelawan, Kabupaten  
Simalungun  
TAMAT SMA : 23 Mei 2022

## KATA PENGANTAR



### *Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Alhamdulillah rabbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat berangkaikan salam penulis hadiahkan kepada junjungan umat muslim nabi besar Muhammad SAW, semoga kita mendapatkan syafaatnya di hari kemudian kelak. Aamiin.aamiin yaa rabbal'alamiin

Tugas akhir ini berjudul "ANALISIS PENYEBARAN KASUS PENYAKIT TERNAK BERDASARKAN DAERAHNYA PADA DATA PUSAT KESEHATAN HEWAN PERDAGANGAN MENGGUNAKAN METODE CLUSTERING DBSCAN DI KECAMATAN BANDAR" yang mana penelitian ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S1) bagi mahasiswa Program Studi Informasi Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Akrim, M.Pd. selaku rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
2. Bapak Assoc. Prof. Dr. Al-Khowarizmi, M.Kom. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Dr. Firaumi Rizky, M.Kom. selaku Wakil Dekan II Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si., M.Kom. selaku Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.

5. Bapak Mahardika Abdi Prawira Tanjung, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi.
6. Bapak Mulkan Azhari, S.Kom., M.Kom. selaku Sekretaris Program Studi Sistem Informasi.
7. Ibu Zuli Agustina Gultom, M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah berkontribusi membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
8. Bapak Farid Akbar Siregar, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing akademik penulis selama masa perkuliahan.
9. Bapak/Ibu Dosen FIKTI UMSU yang telah dengan sabra dan ikhlas memberikan ilmunya kepada penulis.
10. Pegawai biro administrasi dan seluruh staff fakultas ilmu komputer dan teknologi informasi yang telah memudahkan proses administrasi dan perkuliahan penulis.
11. Teman-teman seperjuangan angkatan 2022 FIKTI UMSU.

Medan, Mei 2026  
Penulis

**Muhammad Naufal Dzakiyya**  
**NPM. 2209010206**

**ANALISIS PENYEBARAN KASUS PENYAKIT TERNAK  
BERDASARKAN DAERAHNYA PADA DATA PUSAT KESEHATAN  
HEWAN PERDAGANGAN MENGGUNAKAN METODE CLUSTERING  
DBSCAN DI KECAMATAN BANDAR**

**ABSTRAK**

Penyebaran penyakit ternak di Kecamatan Bandar bersifat dinamis dan berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi apabila tidak dipantau secara cepat dan berbasis lokasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola penyebaran kasus penyakit ternak berdasarkan wilayah menggunakan metode clustering DBSCAN serta menyajikan hasilnya dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web. Data yang digunakan berupa 200 rekaman kasus penyakit ternak periode Desember 2025–Januari 2026 yang memuat atribut tanggal, jenis ternak, jenis penyakit, desa, serta koordinat geografis (latitude dan longitude). Perhitungan jarak antar titik dilakukan menggunakan rumus Haversine untuk memperoleh jarak yang lebih akurat pada koordinat bumi. Hasil pengujian beberapa kombinasi parameter menunjukkan parameter terbaik dan digunakan sebagai parameter final, yaitu epsilon ( $\epsilon$ ) = 3,0 km dan MinPts = 2. Dengan parameter tersebut, DBSCAN membentuk 2 klaster tanpa noise (0%). Klaster 1 mencakup 98 kasus (49%) yang terkonsentrasi di Pematang Kerasaan Rejo, Pematang Kerasaan, Marihat Bandar, Bandar Rakyat, dan Timbaan, sedangkan Klaster 2 mencakup 102 kasus (51%) di Perdagangan II, Bandar Jawa, Bahlias, dan Bandar Pulo. Sistem juga menghasilkan peringatan dini zona kepadatan tinggi pada desa Pematang Kerasaan Rejo, Perdagangan II, Bandar Jawa, dan Timbaan. Implementasi SIG berbasis web dengan visualisasi peta interaktif membantu pemantauan sebaran penyakit ternak dan mendukung pengambilan keputusan pengendalian penyakit berbasis wilayah.

**Kata Kunci:** DBSCAN; Sistem Informasi Geografis; Penyakit Ternak; Clustering Spasial; Haversine.

**SPATIAL DISTRIBUTION ANALYSIS OF LIVESTOCK DISEASE CASES  
BY AREA USING DBSCAN CLUSTERING ON PUSKESWAN  
PERDAGANGAN DATA IN BANDAR SUB-DISTRICT**

**ABSTRACT**

*Livestock disease spread in Bandar Sub-district is dynamic and may cause economic losses if not monitored promptly using location-based information. This study aims to analyze the spatial distribution pattern of livestock disease cases using DBSCAN clustering and to present the results through a web-based Geographic Information System (GIS). The dataset consists of 200 livestock disease records from December 2025 to January 2026, including date, animal type, disease type, village, and geographic coordinates (latitude and longitude). Distances between points were calculated using the Haversine formula to ensure accurate geographic distance measurement. Parameter testing indicated the most suitable and final parameters as epsilon ( $\epsilon$ ) = 3.0 km and MinPts = 2. Under these parameters, DBSCAN formed 2 clusters with no noise (0%). Cluster 1 contains 98 cases (49%) concentrated in Pematang Kerasaan Rejo, Pematang Kerasaan, Marihat Bandar, Bandar Rakyat, and Timbaan, while Cluster 2 contains 102 cases (51%) in Perdagangan II, Bandar Jawa, Bahlias, and Bandar Pulo. The system also provides an early-warning output by identifying high-density villages, namely Pematang Kerasaan Rejo, Perdagangan II, Bandar Jawa, and Timbaan. The developed web-based GIS with interactive mapping supports spatial monitoring of livestock disease spread and facilitates area-based decision-making for disease control.*

**Keywords:** *DBSCAN; Geographic Information System; Livestock Disease; Spatial Clustering; Haversine.*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>8</b>
2.1 Penyakit Hewan dan Penyakit Zoonotik.....	8
2.2 Sistem Informasi Geografis ( <i>Geographic Information System/GIS</i> ).....	10
2.3 Analisis Spasial dalam Bidang Kesehatan Hewan.....	11
2.4 Data Mining dan <i>Clustering</i> .....	13
2.5 Metode Density Based Spatial <i>Clustering</i> of Applications with Noise (DBSCAN) .....	15
2.5.1 Tahapan Penerapan Metode <i>Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise</i> (DBSCAN).....	16
2.6 Teknologi Pengembangan Website.....	19
2.6.1 PHP.....	19
2.6.2 HTML (Hypertext Markup Language).....	20
2.6.3 CSS (Cascading Style Sheets).....	20
2.7 UML ( <i>Unified Modelling Language</i> ).....	21
2.7.1 Diagram Kasus Penggunaan ( <i>Use Case Diagram</i> ).....	21
2.7.2 Diagram Aktivitas ( <i>Activity Diagram</i> ).....	22
2.7.3 Diagram Urutan ( <i>Sequence Diagram</i> ).....	23
2.7.4 Diagram Kelas ( <i>Class Diagram</i> ).....	24
2.8 Flowchart.....	25
2.9 Kerangka Berpikir.....	26
2.10 Literatur Review.....	28
<b>BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM</b> .....	<b>30</b>
3.1 Analisis Permasalahan.....	30
3.2 Metode Sistem.....	30
3.2.1 Jenis dan Sumber Data.....	32
3.2.2 Tahapan Pengolahan Data dan Pemodelan <i>Clustering</i> DBSCAN.....	34
3.2.3 Contoh Perhitungan Manual Model <i>Clustering</i> DBSCAN.....	38
3.3 Pemodelan dan Perancangan Sistem.....	42
3.3.1 Use Case Diagram.....	43
3.3.2 Activity Diagram.....	44
3.3.3 Sequence Diagram.....	45
3.3.4 Class Diagram.....	47
3.3.5 Rancangan Antarmuka Aplikasi.....	49
3.4 Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Sistem.....	51
3.4.1 Spesifikasi Perangkat Keras.....	52
3.4.2 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	52
3.4.3 Keterkaitan Perangkat dengan Sistem.....	53

3.5 Waktu Penelitian .....	53
<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM .....</b>	<b>55</b>
4.1 Implementasi Sistem .....	55
4.1.1 Implementasi Basis Data ( <i>Database</i> ) .....	55
4.1.2 Halaman Login .....	58
4.1.3 Halaman Dashboard .....	59
4.1.4 Halaman Data Kasus Penyakit Ternak .....	60
4.1.5 Halaman Peta Sebaran Penyakit .....	61
4.1.6 Halaman <i>Clustering</i> DBSCAN.....	62
4.1.7 Halaman Hasil Analisis .....	63
4.1.8 Fitur Laporan PDF Otomatis .....	64
4.2 Hasil Pengujian Sistem ( <i>Black Box Testing</i> ) .....	65
4.3 Hasil Analisis <i>Clustering</i> DBSCAN .....	68
4.3.1 Data yang Digunakan .....	73
4.3.2 Penetapan Parameter DBSCAN .....	74
4.3.3 Proses Komputasi Metode DBSCAN.....	75
4.3.4 Hasil Klaster yang Terbentuk .....	77
4.3.5 Analisis Klaster 1 .....	78
4.3.6 Analisis Klaster 2 .....	79
4.3.7 Analisis Zona Kepadatan Tinggi (Peringatan Dini).....	79
4.4 Pembahasan .....	81
4.4.1 Kinerja Metode DBSCAN pada Data Penyakit Ternak Spasial .....	82
4.4.2 Interpretasi Pola Spasial Klaster.....	83
4.4.3 Implikasi Hasil bagi Pengendalian Penyakit .....	83
4.4.4 Analisis Temporal Penyebaran Penyakit .....	84
4.4.5 Kelebihan Sistem yang Dibangun .....	85
4.4.6 Keterbatasan Sistem dan Saran Pengembangan .....	86
4.4.7 Kontribusi Penelitian.....	86
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>88</b>
5.1 Kesimpulan.....	88
5.2 Saran.....	90
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>93</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol <i>Use Case</i> .....	22
Tabel 2.2 Simbol <i>Activity Diagram</i> .....	23
Tabel 2.3 Simbol <i>Sequence Diagram</i> .....	23
Tabel 2.4 Simbol <i>Class Diagram</i> .....	24
Tabel 2.5 Simbol – Simbol Flowchart .....	25
Tabel 2.6 Literatur Review .....	28
Tabel 3.1 Atribut Data .....	33
Tabel 3.2 Sampel Data Kasus Penyakit Ternak .....	33
Tabel 3.3 Spesifikasi Perangkat Keras .....	52
Tabel 3.4 Spesifikasi Perangkat Lunak .....	52
Tabel 3.5 Waktu Penelitian .....	54
Tabel 4.1 Daftar Tabel pada Database dbscan_ternak .....	56
Tabel 4.2 Struktur Kolom Tabel kasus_ternak .....	57
Tabel 4.3 Hasil Pengujian <i>Black Box Testing</i> .....	65
Tabel 4.4 Parameter DBSCAN.....	74
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil <i>Clustering</i> DBSCAN .....	77

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Analisis Spasial Penyakit Hewan .....	12
Gambar 2.2 Proses Data Mining dan Pengelompokan ( <i>Clustering</i> ).....	13
Data Spasial .....	13
Gambar 2.3 PHP .....	19
Gambar 2.4 HTML .....	20
Gambar 2.5 CSS.....	21
Gambar 2.6 Kerangka Berpikir.....	27
Gambar 3.1 Flowchart Metode Sistem <i>Clustering</i> DBSCAN .....	31
Gambar 3.2 <i>Use Case Diagram</i> .....	43
Gambar 3.3 <i>Activity Diagram</i> .....	44
Gambar 3.4 <i>Sequence Diagram</i> .....	45
Gambar 3.5 <i>Class Diagram</i> .....	47
Gambar 3.6 <i>Welcome Page</i> .....	49
Gambar 3.7 <i>Input Page</i> .....	50
Gambar 3.8 <i>Result Page</i> .....	51
Gambar 4.1 Halaman Login.....	58
Gambar 4.2 Halaman Dashboard .....	59
Gambar 4.3 Halaman Data Kasus Penyakit Ternak.....	60
Gambar 4.4 Halaman Peta Sebaran Penyakit .....	61
Gambar 4.5 Halaman <i>Clustering</i> DBSCAN .....	62
Gambar 4.6 Halaman Hasil Analisis.....	63
Gambar 4.7 Fitur Laporan PDF .....	64
Gambar 4.8 <i>Output</i> Hasil Peringatan sebagai zona perhatian dan tidak perhatian. 69	
Gambar 4.9 Ringkasan Analisis.....	71
Gambar 4.10 Persentase Kasus dengan Rekap Desa.....	72
Gambar 4.11 Kesimpulan Kasus.....	72

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Kecamatan Bandar di Kabupaten Simalungun merupakan wilayah dengan ketergantungan ekonomi yang tinggi pada sektor pertanian dan peternakan yang berada di bawah pembinaan Dinas Pertanian dan Peternakan daerah. Sebagian besar penduduk bekerja sebagai petani dan peternak dengan komoditas utama meliputi tanaman pangan, perkebunan, serta ternak sapi dan kambing yang menjadi sumber penghidupan utama masyarakat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Simalungun, sekitar 45,30% penduduk menggantungkan mata pencaharian pada sektor pertanian, sementara sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan berkontribusi sekitar 52,99% terhadap Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Simalungun (Parboaboa, 2023). Dalam konteks ini, subsektor peternakan memiliki peran strategis karena ternak berfungsi sebagai aset ekonomi keluarga dan cadangan keuangan yang dapat dimanfaatkan saat terjadi kebutuhan mendesak, sehingga kondisi kesehatan hewan secara langsung memengaruhi stabilitas ekonomi rumah tangga peternak.

Tingginya aktivitas peternakan di Kecamatan Bandar terlihat pada desa produktif seperti Desa MARIHAT Bandar dan Desa Pematang Kerasaan Rejo, di mana integrasi antara pertanian tanaman pangan dan pemeliharaan ternak menjadi strategi utama dalam diversifikasi pendapatan masyarakat (Situmorang, 2021). Populasi ternak di wilayah Kabupaten Simalungun juga menunjukkan tren peningkatan yang mencapai sekitar 176.000 ekor pada tahun 2022 (Mistar.id, 2023), namun perkembangan ini diiringi dengan meningkatnya risiko penyebaran penyakit ternak.

Pada tahun yang sama, dilaporkan munculnya gejala penyakit mirip Penyakit Mulut dan Kuku yang menyerang ratusan ekor sapi dan menimbulkan kekhawatiran ekonomi di kalangan peternak lokal (AnalisaDaily, 2022). Kondisi ini menunjukkan bahwa penyebaran penyakit ternak di Kecamatan Bandar bersifat dinamis dan berpotensi menyebar antarwilayah, sehingga diperlukan pendekatan pemantauan berbasis spasial untuk mengidentifikasi pola penyebaran secara lebih akurat dan mendukung pengendalian penyakit secara dini. Namun, pendataan kasus penyakit ternak di Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan hingga saat ini masih didominasi oleh pencatatan konvensional yang belum terintegrasi dengan analisis spasial, sehingga menyulitkan identifikasi wilayah dengan kepadatan kasus yang tinggi secara cepat dan visual. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pendekatan analitis yang tidak hanya berbasis pencatatan administratif, tetapi juga didukung oleh metode pemetaan wilayah yang telah banyak dikembangkan dalam penelitian sebelumnya.

Upaya pemetaan penyakit berbasis wilayah juga telah dilakukan melalui pendekatan statistik. Penelitian yang dilakukan oleh Gultom et al. (2014) memetakan penyebaran penyakit tuberkulosis di Kota Surabaya menggunakan analisis statistik multivariat untuk mengelompokkan kecamatan berdasarkan tingkat kerawanan penyakit. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan spasial mampu mengidentifikasi wilayah dengan potensi penyebaran penyakit yang tinggi. Namun demikian, metode yang digunakan masih bersifat statistik konvensional dan belum memanfaatkan sistem informasi geografis maupun metode *clustering* berbasis kepadatan, sehingga kurang fleksibel dalam menangani data dengan distribusi spasial yang tidak merata serta keberadaan data

pencilan (noise).

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, berbagai penelitian terdahulu telah memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (GIS) untuk memetakan dan menganalisis sebaran data berbasis wilayah, termasuk pada bidang kesehatan. Pemanfaatan GIS memungkinkan penyajian data spasial dalam bentuk peta digital sehingga pola sebaran suatu kejadian dapat diamati secara visual dan lebih informatif. Penelitian oleh Tadesse & Amare (2021) menjelaskan bahwa penggunaan GIS dalam surveilans penyakit hewan mampu membantu proses pemantauan, evaluasi, serta pengambilan keputusan berbasis lokasi. Meskipun demikian, penelitian tersebut masih menitikberatkan pada aspek pemetaan dan visualisasi, serta belum menerapkan teknik analisis spasial lanjutan untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan karakteristik data kasus secara otomatis.

Untuk menghasilkan analisis spasial yang lebih mendalam, beberapa penelitian mulai mengombinasikan GIS dengan teknik data mining, khususnya metode *clustering*. Penelitian yang dilakukan oleh Syahra et al. (2022) menunjukkan bahwa metode *clustering* yang umum digunakan dalam analisis data kesehatan masih memiliki keterbatasan ketika diterapkan pada data yang bersifat spasial. Metode tersebut cenderung mengasumsikan bentuk klaster yang seragam dan kurang mampu menangani keberadaan data pencilan (noise), sehingga hasil pengelompokan menjadi kurang optimal ketika data memiliki distribusi yang tidak beraturan dan kepadatan yang bervariasi. Kondisi ini menunjukkan perlunya penggunaan metode *clustering* berbasis kepadatan seperti Density Based Spatial *Clustering* of Applications with Noise (DBSCAN), yang lebih fleksibel dalam mengelompokkan data spasial dan mampu mengidentifikasi noise secara lebih baik

dan dinilai lebih sesuai untuk analisis data spasial yang bersifat tidak homogen. Penelitian oleh Hermanto & Sunandar (2020) menunjukkan bahwa DBSCAN efektif digunakan untuk mengelompokkan data sebaran penyakit berdasarkan kedekatan spasial dan tingkat kepadatan kasus tanpa harus menentukan jumlah kluster di awal, serta mampu menangani data noise dengan lebih baik. Keunggulan ini menjadikan DBSCAN lebih relevan untuk menganalisis data kasus penyakit ternak yang penyebarannya tidak merata antarwilayah.

Penelitian lain yang lebih mutakhir oleh Ngwira et al. (2024) juga menegaskan bahwa analisis spasial berbasis GIS pada data penyakit ternak dapat membantu mengidentifikasi wilayah dengan konsentrasi kejadian penyakit yang tinggi dan mendukung pengambilan keputusan dalam surveilans kesehatan hewan. Selain itu, Manzoor et al. (2024) menjelaskan bahwa pemetaan penyakit hewan menggunakan GIS memberikan kontribusi signifikan dalam memahami pola sebaran penyakit dan keterkaitannya dengan faktor lingkungan. Akan tetapi, penelitian-penelitian tersebut masih belum secara spesifik mengintegrasikan metode *clustering* berbasis kepadatan seperti DBSCAN ke dalam sistem informasi geografis berbasis web pada tingkat wilayah yang lebih kecil, seperti kecamatan.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa GIS telah banyak dimanfaatkan untuk memvisualisasikan sebaran penyakit berdasarkan wilayah, dan metode *clustering* terbukti mampu memperkaya analisis data spasial. Namun, penelitian yang secara khusus menggabungkan data kasus penyakit ternak, analisis penyebaran berbasis *clustering* DBSCAN, serta penyajian hasil dalam bentuk sistem informasi geografis berbasis web pada tingkat kecamatan masih relatif terbatas, khususnya di wilayah Sumatera Utara. Hingga saat ini, belum

ditemukan penelitian serupa yang diterapkan pada data Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Kecamatan Bandar.

Penelitian ini dilakukan karena data kasus penyakit ternak di Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan masih dibuat secara manual dan kurang efisien, sehingga menyulitkan proses pemantauan serta analisis penyebaran penyakit secara cepat dan akurat. Selain itu, belum tersedia sistem berbasis web yang dapat menyajikan data secara terintegrasi dan mudah diakses. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebaran kasus penyakit ternak berdasarkan wilayah menggunakan metode *clustering* DBSCAN serta menyajikan hasil analisis dalam bentuk Sistem Informasi Geografis berbasis web, sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran spasial yang lebih jelas serta mendukung proses pemantauan dan pengambilan keputusan dalam pengendalian penyakit ternak di Kecamatan Bandar.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas maka yang menjadi rumusan masalah di penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pola penyebaran kasus penyakit ternak berdasarkan daerah pada data Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Kecamatan Bandar, Sumatera Utara?
2. Bagaimana perancangan sistem informasi geografis berbasis web untuk memetakan penyebaran kasus penyakit ternak berdasarkan wilayah?
3. Bagaimana penerapan metode *clustering* DBSCAN dalam mengelompokkan sebaran kasus penyakit ternak berdasarkan kedekatan wilayah?
4. Bagaimana hasil visualisasi penyebaran kasus penyakit ternak dalam bentuk output website sederhana yang dapat mendukung pemantauan dan pengambilan

keputusan?

### 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka yang menjadi batasan masalah di penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini menggunakan data kasus penyakit ternak yang diperoleh dari Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Kecamatan Bandar, Sumatera Utara.
2. Analisis penyebaran kasus penyakit ternak difokuskan pada aspek spasial berdasarkan wilayah kejadian.
3. Metode yang digunakan dalam analisis adalah metode *clustering* DBSCAN.
4. Sistem yang dibangun berupa website berbasis Sistem Informasi Geografis yang menampilkan peta sebaran dan hasil pengelompokan kasus penyakit ternak.
5. Penelitian ini tidak membahas aspek prediksi, penanganan medis, maupun kebijakan kesehatan hewan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan batasan masalah di atas maka yang menjadi tujuan di penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis pola penyebaran kasus penyakit ternak berdasarkan daerah pada data Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Kecamatan Bandar, Sumatera Utara.
2. Untuk merancang sistem informasi geografis berbasis web yang dapat menampilkan penyebaran kasus penyakit ternak berdasarkan wilayah.
3. Untuk menerapkan metode *clustering* DBSCAN dalam mengelompokkan kasus penyakit ternak berdasarkan kedekatan lokasi guna mengidentifikasi pola

pengelompokan secara spasial.

4. Untuk menghasilkan visualisasi penyebaran kasus penyakit ternak yang informatif guna mendukung pemantauan dan pengambilan keputusan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian, adapun manfaat yang diharapkan dengan dilakukannya di penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan penelitian di bidang Sistem Informasi, khususnya terkait penerapan Sistem Informasi Geografis dan metode *clustering* DBSCAN dalam analisis penyebaran kasus penyakit hewan berdasarkan wilayah.
2. Memberikan gambaran awal mengenai pola penyebaran penyakit ternak berdasarkan daerah pada wilayah kerja Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Kecamatan Bandar, Sumatera Utara.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak Pusat Kesehatan Hewan atau instansi terkait dalam melakukan pemantauan dan pengendalian penyakit ternak berbasis wilayah.
4. Penelitian ini menunjukkan pemanfaatan website berbasis Sistem Informasi Geografis sebagai media visualisasi penyebaran penyakit ternak yang mudah diakses dan dipahami.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Penyakit Hewan dan Penyakit Zoonotik**

Penyakit hewan merujuk pada kondisi abnormal yang menurunkan status kesehatan dari individu ataupun populasi hewan, yang dapat disebabkan oleh berbagai agen infeksi seperti bakteri, virus, parasit, maupun faktor lingkungan dan manajemen yang buruk. Penyakit ini tidak hanya berdampak langsung pada kesehatan ternak, tetapi juga dapat menyebabkan kerugian ekonomi melalui turunnya produktivitas, biaya pengobatan yang tinggi, bahkan gangguan pada perdagangan dan kesejahteraan peternak. Dalam konteks epidemiologi hewan, pemahaman terhadap pola kejadian, distribusi, serta faktor risiko dari penyakit hewan merupakan dasar penting dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit (Ngwira et al., 2024).

Penyakit hewan mencakup kondisi infeksius maupun non-infeksius yang berdampak pada kesehatan dan produktivitas populasi hewan ternak. Dalam konteks epidemiologi veteriner, penyakit pada ternak merupakan ancaman serius karena selain memengaruhi produktivitas dan kesejahteraan hewan, penyakit tersebut juga dapat memberikan beban ekonomi besar kepada peternak dan masyarakat luas melalui gangguan produksi, biaya pengobatan, serta pengurangan nilai perdagangan produk ternak (Bose & Siva Kumar, 2025).

Sebagian penyakit hewan memiliki karakteristik yang memungkinkan transmisi lintas spesies antara hewan dan manusia serta disebut sebagai penyakit zoonotik. Zoonosis didefinisikan sebagai infeksi yang secara alami ditularkan

antara hewan vertebrata dan manusia, baik melalui kontak langsung, vektor, maupun konsumsi produk hewani yang terkontaminasi, seperti daging, susu, dan telur (Libera et al., 2022).

Penyakit zoonotik yang berasal dari hewan ternak menjadi perhatian penting dalam kesehatan masyarakat karena sebagian besar penyakit menular pada manusia berasal dari zoonosis. Studi menunjukkan bahwa sekitar 60–75% patogen yang menyebabkan penyakit infeksius pada manusia bersumber dari hewan, terutama hewan ternak dan satwa liar yang berinteraksi dengan aktivitas manusia atau produksi makanan hewani (Bose & Siva Kumar, 2025).

Penularan zoonosis pada manusia dapat terjadi melalui berbagai jalur, termasuk kontak langsung dengan hewan yang terinfeksi, paparan lingkungan yang tercemar, vektor biologis seperti kutu, atau melalui produk ternak yang tidak diolah secara higienis. Contoh penyakit zoonotik yang relevan dalam konteks peternakan termasuk tuberkulosis bovin, brucellosis, salmonellosis, influenza hewan (*avian/swine*), serta Q fever yang semuanya memiliki implikasi baik pada kesehatan hewan maupun manusia (Libera et al., 2022).

Karena dampak multidimensi tersebut, pengendalian penyakit hewan dan zoonotik memerlukan pendekatan yang terintegrasi antara kesehatan hewan, kesehatan manusia, serta lingkungan (*One Health*). Pendekatan *One Health* memadukan upaya surveilans, pencegahan, dan pengendalian yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan untuk meminimalkan potensi penularan lintas spesies sekaligus mengurangi beban ekonomi yang ditimbulkan oleh penyakit tersebut (Bose & Siva Kumar, 2025). Pemahaman terhadap penyakit hewan dan zoonotik serta pola sebarannya menjadi penting untuk mendukung strategi

pengendalian yang efektif. Dalam penelitian ini, analisis spasial sebaran penyakit ternak membantu mengidentifikasi wilayah yang memiliki konsentrasi kejadian tinggi sehingga prioritas intervensi dapat diarahkan dengan lebih tepat sasaran dan efisien.

## **2.2 Sistem Informasi Geografis (*Geographic Information System/GIS*)**

Sistem Informasi Geografis (GIS) merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengelola, menganalisis, dan menampilkan data yang memiliki referensi geografis. GIS mengintegrasikan data spasial (berbasis lokasi) dan data atribut (non-spasial) sehingga informasi dapat disajikan dalam bentuk peta digital yang mudah dipahami dan dianalisis (Tadesse & Amare, 2021).

Dalam konteks kesehatan dan peternakan, GIS berperan penting dalam memetakan distribusi kejadian penyakit berdasarkan wilayah. Pemanfaatan GIS memungkinkan pengguna untuk melihat pola sebaran penyakit, mengidentifikasi wilayah dengan konsentrasi kejadian tinggi, serta memahami hubungan antara lokasi geografis dan kejadian penyakit secara visual dan sistematis (Hossain et al., 2022). Penggunaan GIS dalam surveilans penyakit hewan dinilai efektif karena mampu menyajikan informasi berbasis lokasi secara lebih informatif dibandingkan data tabular. Melalui pemetaan digital, GIS membantu proses pemantauan, evaluasi, dan pengambilan keputusan dengan menyediakan gambaran spasial yang jelas mengenai kondisi kesehatan hewan di suatu wilayah.

Dalam penelitian ini, Sistem Informasi Geografis digunakan sebagai media visualisasi untuk menampilkan hasil analisis sebaran penyakit ternak berdasarkan wilayah kejadian. GIS berfungsi sebagai sarana penyajian informasi spasial yang mendukung pemahaman pola penyebaran penyakit tanpa membahas aspek teknis

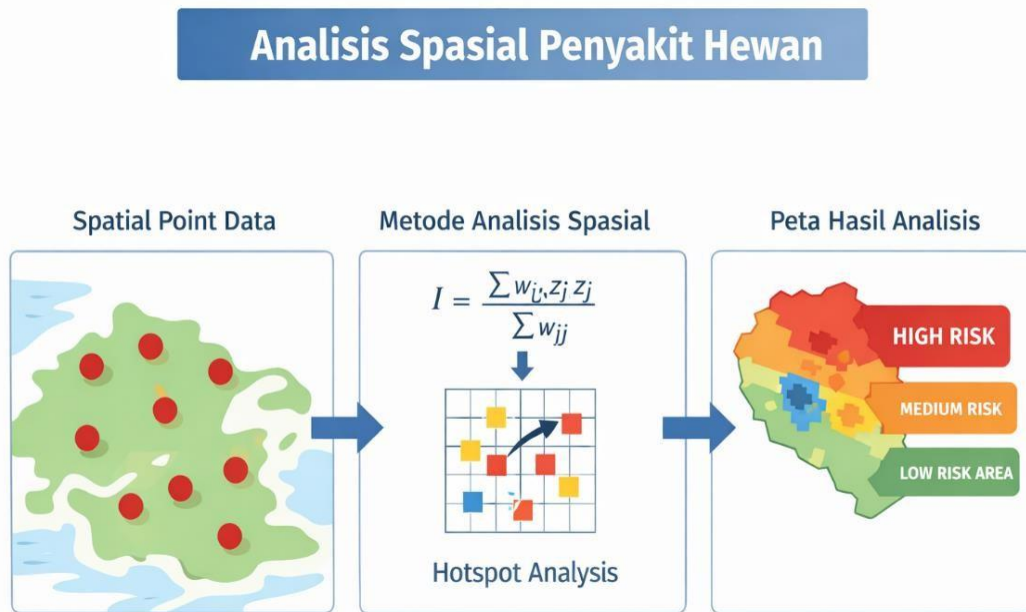
implementasi secara mendalam.

### **2.3 Analisis Spasial dalam Bidang Kesehatan Hewan**

Analisis spasial adalah pendekatan dalam ilmu geografis yang berkaitan dengan pemetaan dan penelaahan pola distribusi fenomena berdasarkan lokasinya di permukaan bumi. Dalam konteks kesehatan hewan, analisis spasial digunakan untuk mengidentifikasi pola sebaran penyakit, menentukan area dengan konsentrasi kejadian yang tinggi, serta mendukung pengambilan keputusan dalam program pengendalian penyakit (Kostoulas et al., 2023).

Teknik analisis spasial memanfaatkan data geografis yang dikombinasikan dengan data atribut, seperti jenis penyakit dan lokasi kejadian, untuk menghasilkan informasi yang tidak dapat diperoleh dari analisis tabel biasa. Salah satu aplikasi populer dalam bidang ini adalah pemetaan risiko penyakit yang dapat menunjukkan wilayah prioritas tindakan kesehatan hewan (Manzoor et al., 2024). Hal ini memungkinkan para pemangku kebijakan untuk melihat keterkaitan antara faktor lingkungan, lokasi geografis, dan kejadian penyakit secara keseluruhan.

Selain itu, pemodelan spasial juga memungkinkan identifikasi “hotspot” daerah yang memiliki konsentrasi kejadian yang tinggi atau menunjukkan tren penyebaran penyakit dalam rentang waktu tertentu. Hotspot ini penting dalam perencanaan intervensi, seperti vaksinasi, pemantauan penyakit, dan pengendalian vektor yang efektif sehingga sumber daya dapat dialokasikan secara lebih efisien (Manzoor et al., 2024).



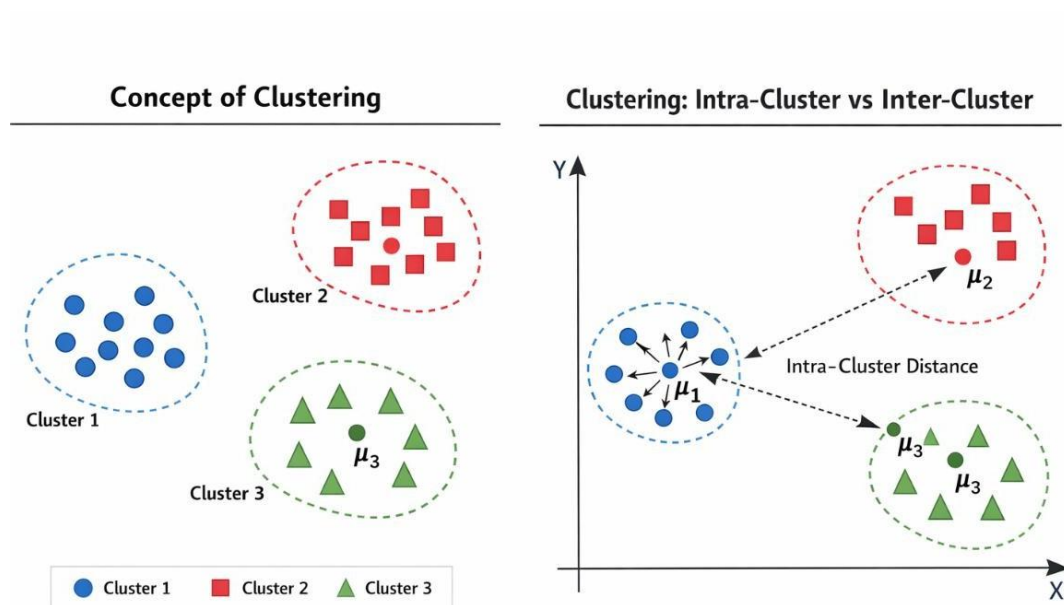
**Gambar 2.1 Analisis Spasial Penyakit Hewan**

Analisis spasial dalam kesehatan hewan juga mengintegrasikan aspek statistik dengan data geografis untuk melakukan evaluasi hubungan antara distribusi penyakit dengan variabel lingkungan seperti ketinggian, kelembapan, dan penggunaan lahan. Pendekatan ini membantu dalam memprediksi risiko penyakit di wilayah yang belum terdampak dengan menggunakan data dari wilayah yang sudah diketahui dinamikanya (Kostoulas et al., 2023).

Dalam penelitian yang menjadi fokus skripsi ini, analisis spasial digunakan sebagai dasar untuk melakukan *clustering* DBSCAN terhadap lokasi kejadian penyakit ternak. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola sebaran serta kelompok area yang memiliki karakteristik kejadian penyakit mirip berdasarkan lokasi spasial, sehingga hasil pemetaan dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pemantauan kesehatan hewan di tingkat lokal.

## 2.4 Data Mining dan *Clustering*

Data mining adalah proses penemuan pola, informasi, atau wawasan tersembunyi dari kumpulan data besar melalui teknik statistik, pembelajaran mesin (*machine learning*), dan basis data (Olaniyi et al., 2024). Tujuan utama data mining adalah mengubah data mentah menjadi informasi yang bermanfaat untuk mendukung pengambilan keputusan secara efektif (Olaniyi et al., 2024).



**Gambar 2.2** Proses Data Mining dan Pengelompokan (*Clustering*) Data Spasial

Salah satu aplikasi penting data mining adalah *clustering*, yaitu teknik pengelompokan objek data ke dalam kelompok (*clusters*) sehingga objek dalam satu cluster memiliki kemiripan sedangkan antar cluster saling berbeda (Alsayyed & Amer, 2023). *Clustering* tidak memerlukan variabel target sejak awal, sehingga cocok untuk eksplorasi data tanpa label, seperti data kejadian penyakit hewan yang belum terklasifikasi berdasarkan wilayah atau pola mutu lainnya (Alsayyed & Amer, 2023).

Secara konsep, *clustering* berusaha meminimalkan jarak intra-cluster

(kedekatan data dalam satu kelompok) dan memaksimalkan jarak antar-cluster (perbedaan antar kelompok). Secara matematis, tujuan *clustering* dapat dinyatakan dengan fungsi optimasi sederhana seperti:

$$\min \sum_{k=1}^K \sum_{x_i \in C_k} d(x_i, \mu_k)$$

dengan keterangan:

- a.  $K$  = jumlah cluster
- b.  $x_i$  = titik data ke-i
- c.  $\mu_k$  = pusat cluster ke-k
- d.  $d(x_i, \mu_k)$  = jarak antara titik data dan pusat cluster

Rumus di atas menggambarkan prinsip umum *clustering* mencari pusat cluster yang meminimalkan total jarak anggota cluster terhadap pusatnya. Meskipun DBSCAN tidak menggunakan konsep pusat cluster seperti metode *k-means*, pemahaman umum tentang jarak dan kemiripan tetap menjadi dasar dalam klasterisasi spasial (Xu et al., 2022).

*Clustering* banyak digunakan di berbagai domain, termasuk kesehatan dan epidemiologi, untuk mengidentifikasi pola sebaran penyakit, menentukan kelompok area yang punya karakteristik kejadian serupa, serta mengevaluasi hubungan antar variabel spasial lain seperti lingkungan dan perilaku populasi (Bhardwaj et al., 2023). Aplikasi *clustering* pada data spasial ini sangat relevan dengan penelitian yang membahas sebaran kasus penyakit hewan berdasarkan lokasi geografis.

## 2.5 Metode Density Based Spatial *Clustering* of Applications with Noise (DBSCAN)

Density Based Spatial *Clustering* of Applications with Noise (DBSCAN) merupakan salah satu metode *clustering* berbasis kepadatan (density-based *clustering*) yang banyak digunakan dalam analisis data spasial. Metode ini mengelompokkan data berdasarkan tingkat kepadatan titik dalam suatu ruang, sehingga mampu membentuk klaster dengan bentuk yang tidak beraturan serta membedakan data yang termasuk noise atau outlier. Keunggulan utama DBSCAN dibandingkan metode *clustering* lainnya adalah kemampuannya mengidentifikasi klaster tanpa harus menentukan jumlah klaster di awal proses analisis (Ester et al., 1996).

DBSCAN bekerja berdasarkan dua parameter utama, yaitu *epsilon* ( $\epsilon$ ) dan *minimum points* (MinPts). Parameter  $\epsilon$  merepresentasikan jarak maksimum antara dua titik data agar dapat dianggap sebagai tetangga, sedangkan MinPts menunjukkan jumlah minimum titik dalam radius  $\epsilon$  yang diperlukan untuk membentuk suatu klaster. Berdasarkan kedua parameter tersebut, DBSCAN mengklasifikasikan data ke dalam tiga kategori, yaitu *core point*, *border point*, dan *noise*. *Core point* merupakan titik yang memiliki jumlah tetangga minimal sesuai MinPts, *border point* adalah titik yang berada dalam jangkauan *core point* namun tidak memenuhi MinPts, sedangkan *noise* merupakan titik yang tidak termasuk ke dalam klaster manapun (Schubert et al., 2017).

Dalam konteks data spasial, DBSCAN sangat sesuai digunakan karena mampu menangkap pola distribusi data yang tidak merata serta mendeteksi konsentrasi kejadian pada wilayah tertentu. Beberapa penelitian menunjukkan

bahwa DBSCAN efektif dalam mengelompokkan data spasial berbasis koordinat geografis, terutama pada data yang memiliki kepadatan tidak seragam dan mengandung outlier. Hal ini menjadikan DBSCAN banyak diterapkan dalam analisis spasial pada bidang lingkungan, epidemiologi, serta kesehatan hewan (Han et al., 2022).

Penerapan DBSCAN pada analisis penyebaran penyakit hewan memungkinkan identifikasi wilayah dengan konsentrasi kejadian penyakit yang tinggi tanpa dipengaruhi oleh asumsi bentuk klaster tertentu. Dengan demikian, metode ini mampu memberikan gambaran pola penyebaran penyakit yang lebih realistis sesuai kondisi geografis di lapangan. Hasil pengelompokan yang dihasilkan DBSCAN dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam pemetaan wilayah risiko serta mendukung pengambilan keputusan berbasis lokasi dalam pengendalian penyakit hewan (Zhang et al., 2023).

Berdasarkan karakteristik tersebut, metode DBSCAN dipilih dalam penelitian ini karena sesuai untuk menganalisis data kejadian penyakit ternak yang bersifat spasial, memiliki distribusi tidak merata, serta memungkinkan adanya titik kejadian yang terisolasi. Penggunaan DBSCAN diharapkan mampu menghasilkan klaster wilayah penyebaran penyakit ternak yang akurat dan informatif sebagai dasar visualisasi spasial pada sistem yang dibangun.

### **2.5.1 Tahapan Penerapan Metode Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN)**

Penerapan metode *Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise* (DBSCAN) dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis untuk mengelompokkan data kejadian penyakit ternak berdasarkan

kedekatan spasial wilayah. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengidentifikasi kluster wilayah dengan konsentrasi kejadian penyakit tinggi dan menentukan titik data yang tidak termasuk ke dalam kluster (noise).

1. Penentuan Parameter DBSCAN, DBSCAN menggunakan dua parameter utama, yaitu epsilon ( $\epsilon$ ) dan minimum points (MinPts). Parameter  $\epsilon$  adalah jarak maksimum antar titik data agar dapat dianggap sebagai tetangga, sedangkan MinPts adalah jumlah minimum titik dalam radius  $\epsilon$  untuk membentuk suatu kluster.

Jarak antar dua titik spasial dihitung menggunakan rumus Haversine, yang mempertimbangkan kelengkungan bumi sehingga lebih akurat untuk koordinat geografis. Rumusnya sebagai berikut:

$$d(p, q) = 2r \cdot \arcsin \left( \sqrt{\sin^2 \left( \frac{\Delta\phi}{2} \right) + \cos(\phi_p) \cdot \cos(\phi_q) \cdot \sin^2 \left( \frac{\Delta\lambda}{2} \right)} \right)$$

dengan keterangan:

- a.  $p(\phi_p, \lambda_p)$  dan  $q(\phi_q, \lambda_q)$  adalah dua titik lokasi kejadian penyakit ternak dalam radian.
- b.  $\Delta\phi = \phi_q - \phi_p$  adalah selisih lintang,  $\Delta\lambda = \lambda_q - \lambda_p$  adalah selisih bujur.
- c.  $r$  adalah jari-jari bumi (~6.371 km).
- d.  $d(p, q)$  adalah jarak antara titik  $p$  dan  $q$  dalam kilometer.

Rumus ini digunakan karena data lokasi kejadian penyakit ternak direpresentasikan dalam koordinat geografis (latitude dan longitude), sehingga perhitungan jarak dengan Haversine lebih realistis daripada jarak Euclidean pada peta datar.

2. Identifikasi Titik Inti (Core Point), sebuah titik data dikategorikan sebagai core point apabila jumlah titik lain yang berada dalam radius  $\epsilon$  dari titik tersebut memenuhi syarat MinPts. Himpunan tetangga  $\epsilon$  dari titik  $p$  didefinisikan sebagai:

$$N_{\epsilon}(p) = \{q \in D \mid d(p, q) \leq \epsilon\}$$

Titik  $p$  dikategorikan sebagai core point jika:

$$|N_{\epsilon}(p)| \geq \text{MinPts}$$

3. Pembentukan Klaster, klaster dibentuk dengan menghubungkan seluruh core point yang saling terhubung secara kepadatan (density-connected). Setiap core point ditelusuri dan titik lain dalam radius  $\epsilon$  digabung ke klaster yang sama. Titik yang berada dalam radius  $\epsilon$  dari core point tetapi tidak memenuhi MinPts dikategorikan sebagai border point, tetap termasuk dalam klaster.
4. Identifikasi Noise, titik data yang tidak termasuk dalam radius  $\epsilon$  dari core point manapun dan tidak memenuhi MinPts diklasifikasikan sebagai noise. Titik ini merepresentasikan kejadian penyakit ternak yang terisolasi dan tidak membentuk pola wilayah tertentu.
5. Interpretasi Hasil Klaster Spasial, hasil *clustering* DBSCAN berupa kelompok wilayah penyebaran penyakit ternak ditampilkan sebagai klaster spasial. Setiap klaster menunjukkan area dengan konsentrasi kejadian penyakit tinggi berdasarkan kedekatan lokasi. Informasi ini kemudian digunakan untuk visualisasi peta pada Sistem Informasi Geografis, sehingga mendukung pemantauan dan analisis penyebaran penyakit ternak di Kecamatan Bandar, Sumatera Utara.

## 2.6 Teknologi Pengembangan Website

Pengembangan website dalam penelitian ini memerlukan teknologi yang mampu menyajikan data secara dinamis, terstruktur, dan mudah diakses oleh pengguna. Website digunakan sebagai media visualisasi hasil analisis penyebaran penyakit ternak berbasis Sistem Informasi Geografis, sehingga dibutuhkan kombinasi teknologi sisi server dan sisi klien yang stabil, fleksibel, serta umum digunakan dalam pengembangan sistem informasi berbasis web. Teknologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi PHP sebagai bahasa pemrograman server-side, serta HTML dan CSS sebagai teknologi utama dalam penyajian antarmuka pengguna.

### 2.6.1 PHP

PHP merupakan bahasa pemrograman server-side yang banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi web dinamis. PHP memungkinkan pengolahan data, pengelolaan basis data, serta pengolahan logika aplikasi sebelum hasilnya dikirimkan ke browser pengguna. Dalam konteks sistem informasi berbasis web, PHP berperan penting dalam mengelola data input, memproses data hasil analisis, serta menghubungkan sistem dengan basis data secara terstruktur. Fleksibilitas dan kemudahan integrasi PHP dengan berbagai sistem basis data menjadikannya banyak digunakan dalam pengembangan sistem informasi skala kecil hingga menengah (Welling & Thomson, 2020).



Gambar 2.3 PHP

### 2.6.2 HTML (Hypertext Markup Language)

HTML merupakan bahasa markup standar yang digunakan untuk membangun struktur dasar halaman web. HTML berfungsi untuk menyusun elemen-elemen konten seperti teks, tabel, gambar, dan komponen antarmuka lainnya sehingga dapat ditampilkan oleh browser. Dalam pengembangan website sistem informasi, HTML digunakan untuk membentuk kerangka tampilan halaman, termasuk halaman peta, tabel data, dan informasi pendukung lainnya. HTML bersifat deklaratif dan menjadi fondasi utama dalam penyajian informasi berbasis web (W3C, 2023).



**Gambar 2.4 HTML**

### 2.6.3 CSS (Cascading Style Sheets)

CSS merupakan bahasa stylesheet yang digunakan untuk mengatur tampilan dan tata letak halaman web yang dibangun menggunakan HTML. CSS memungkinkan pemisahan antara struktur konten dan desain visual, sehingga meningkatkan konsistensi dan kemudahan pengelolaan antarmuka pengguna. Dalam penelitian ini, CSS digunakan untuk mengatur tampilan website agar lebih informatif, rapi, dan mudah dipahami oleh pengguna. Penggunaan CSS membantu meningkatkan kualitas visualisasi data tanpa mempengaruhi struktur logika sistem secara langsung (W3C, 2022).



**Gambar 2.5 CSS**

## **2.7 UML (Unified Modelling Language)**

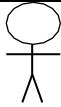
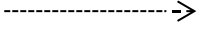
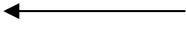
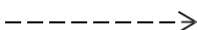
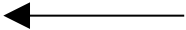
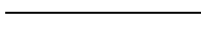

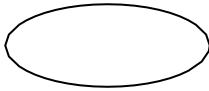


*Unified Modeling Language* (UML) merupakan seperangkat konvensi pemodelan yang dirancang untuk menggambarkan serta mendefinisikan sistem perangkat lunak berbasis objek secara terstruktur. UML mengintegrasikan berbagai teknik terbaik yang terbukti efektif dalam memodelkan sistem berskala besar dan kompleks. Selain digunakan dalam pengembangan perangkat lunak, UML juga memiliki fleksibilitas untuk diterapkan dalam pemodelan sistem pada berbagai bidang lainnya. Salah satu contoh penerapannya dapat dilihat pada penggunaan diagram UML yang berfungsi memvisualisasikan elemen-elemen dan hubungan dalam suatu sistem (Nistrina et al., 2022).

1. *Use Case Diagram* – menggambarkan fungsi sistem dan interaksi aktor.
2. *Activity Diagram* – menunjukkan alur aktivitas, kondisi awal, percabangan, hingga akhir proses.
3. *Sequence Diagram* – memvisualisasikan interaksi objek dalam urutan waktu

### **2.7.1 Diagram Kasus Penggunaan (*Use Case Diagram*)**

*Use Case Diagram* adalah diagram dalam UML yang digunakan untuk menggambarkan fungsi-fungsi utama yang tersedia dalam suatu sistem. Diagram ini juga menunjukkan hubungan serta interaksi antara aktor dan sistem dalam menjalankan proses tertentu (Nistrina et al., 2022).

Tabel 2.1 Simbol *Use Case*

Gambar	Nama	Keterangan
	<i>Actor</i>	Menspesifikasikan himpunan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan use case.
	<i>Dependency</i>	Hubungan dimana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri (independent) akan mempengaruhi elemen yang bergantung padanya elemen yang tidak mandiri (independent).
	<i>Generalization</i>	Hubungan dimana objek anak (descendent) berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk (ancestor).
	<i>Include</i>	Menspesifikasikan bahwa use case sumber secara eksplisit.
	<i>Extend</i>	Menspesifikasikan bahwa use case target memperluas perilaku dari use case sumber pada suatu titik yang diberikan.
	<i>Association</i>	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya.
	<i>System</i>	Menspesifikasikan paket yang menampilkan sistem secara terbatas.
	<i>Use Case</i>	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi suatu actor.
	<i>Collaboration</i>	Interaksi aturan-aturan dan elemen lain yang bekerja sama untuk menyediakan perilaku yang lebih besar dari jumlah dan elemen- elemennya (sinergi).
	<i>Note</i>	Elemen fisik yang eksis saat aplikasi dijalankan dan mencerminkan suatu sumber daya komputasi






### 2.7.2 Diagram Aktivitas (*Activity Diagram*)

*Activity diagram* menggambarkan berbagai alir aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alir berawal, *decision* yang mungkin terjadi, dan bagaimana mereka berakhir. *Activity diagram* juga dapat

menggambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi.

*Activity diagram* dapat digambarkan dengan simbol-simbol seperti tabel 2.2.

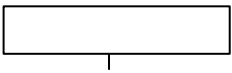


**Tabel 2.2 Simbol *Activity Diagram***

Gambar	Nama	Keterangan
	<i>Activity</i>	Menunjukkan bagaimana setiap kelas antarmuka saling berinteraksi satu sama lain.
	<i>Action</i>	Keadaan sistem menggambarkan eksekusi dari sebuah aksi.
	<i>Initial Node</i>	Proses pembentukan atau inisialisasi sebuah objek.
	<i>Activity Final</i>	Tahapan pembentukan penghancuran objek.
	<i>Fork Node</i>	Satu alur pada suatu titik tertentu menciptakan cabang dan menjadi beberapa alur.

### 2.7.3 Diagram Urutan (*Sequence Diagram*)

Menggambarkan interaksi antar objek di dalam ataupun di sekitar sistem berupa *message* seperti digambarkan terhadap waktu *Sequence Diagram* dapat digambarkan dengan simbol-simbol seperti pada Tabel 2.3.



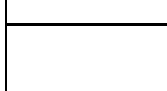

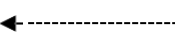
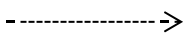

**Tabel 2.3 Simbol *Sequence Diagram***

Gambar	Nama	Keterangan
	<i>Lifeline</i>	Objek entity, antarmuka yang saling berinteraksi.
	<i>Message</i>	Spesifikasi komunikasi antar objek yang memuat detail mengenai aktivitas yang berlangsung.
	<i>Message</i>	Spesifikasi komunikasi antar objek yang berisi informasi mengenai aktivitas yang terjadi.

### 2.7.4 Diagram Kelas (*Class Diagram*)

*Class Diagram* merupakan salah satu jenis diagram dalam *Unified Modeling Language* (UML) yang digunakan untuk memodelkan struktur statis dari suatu sistem dengan menampilkan kelas-kelas yang ada beserta atribut, operasi, serta hubungan antar kelas tersebut. Diagram ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai elemen-elemen utama yang membentuk sistem dan interaksinya, sehingga memudahkan pengembang dalam memahami desain dan arsitektur perangkat lunak. *Class Diagram* juga membantu dalam mendefinisikan hirarki pewarisan (*inheritance*), asosiasi, agregasi, maupun komposisi antar kelas, yang menjadi dasar penting dalam pengembangan perangkat lunak berorientasi objek seperti pada Tabel 2.4.

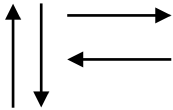

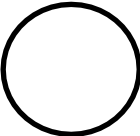
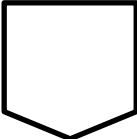
**Tabel 2.4 Simbol *Class Diagram***


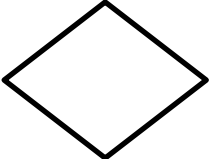

Gambar	Nama	Keterangan
	<i>Generalization</i>	Hubungan di mana objek turunan ( <i>descendent</i> ) mewarisi perilaku dan struktur data dari objek induk ( <i>ancestor</i> ).
	<i>Nary Association</i>	Upaya untuk menghindari keterkaitan dengan lebih dari dua objek.
	<i>Class</i>	Himpunan dari objek-objek yang berbagi atribut serta operasi yang sama.
	<i>Collaboration</i>	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi suatu aktor.
	<i>Realization</i>	Keterhubungan yang mengaitkan satu objek dengan objek lainnya
	<i>Depedency</i>	Hubungan di mana objek turunan ( <i>descendent</i> ) mewarisi perilaku dan struktur data dari objek induk ( <i>ancestor</i> ).
	<i>Association</i>	Upaya untuk menghindari keterkaitan dengan lebih dari dua objek.

## 2.8 Flowchart

Flowchart adalah representasi grafis dari sebuah proses atau urutan kerja yang sistematis, menggunakan simbol-simbol yang telah ditetapkan. Flowchart digunakan untuk memvisualisasikan suatu proses secara jelas dan sistematis, sehingga memudahkan pemahaman dan analisis terhadap suatu proses. Menurut Atmala *et al.*, 2020, Flowchart adalah gambaran grafis dari tahapan-tahapan dan urutan prosedur sebuah *program*. Menurut (Budiman *et.al.*, 2021) Flowchart adalah representasi visual yang mengilustrasikan tahapan-tahapan dan urutan prosedur sebuah *program*. Seringnya, flowchart memiliki dampak pada penyelesaian masalah yang memerlukan pembelajaran dan evaluasi lebih lanjut. Simbol-simbol flowchart bisa diamati pada tabel 2.5 berikut ini:

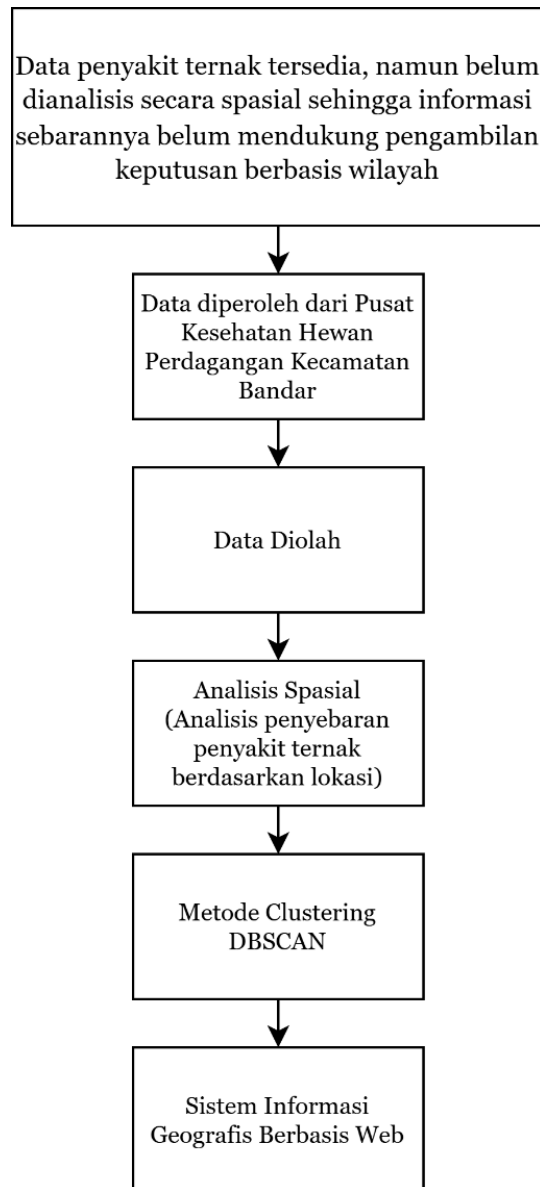
**Tabel 2.5 Simbol – Simbol Flowchart**

Gambar	Keterangan
	<p><b>Flow Direction Symbol</b> Simbol yang digunakan untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain</p>
	<p><b>Terminator Symbol</b> Terminal simbol untuk permulaan (<i>start</i>) atau akhir (<i>stop</i>) dari suatu diagram flowchart..</p>
	<p><b>Connector Symbol</b> Simbol keluar – masuk atau penyambungan proses dalam lembar atau halaman yang sama.</p>
	<p><b>Connector Symbol</b> Simbol keluar – masuk atau penyambungan proses pada lembar atau halaman yang berbeda.</p>

	<p><b><i>Processing Symbol</i></b>          Simbol indikasi suatu proses pengolahan fungsi pada program.</p>
	<p><b><i>Decision Symbol</i></b>          Simbol pemilihan keputusan berdasarkan dua kondisi benar dan salah pada flowchart</p>
	<p><b><i>Input – Output Symbol</i></b>          Simbol yang menyatakan fungsi <i>input</i> (masukan) atau <i>output</i> (keluaran) dari suatu program</p>

## 2.9 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian ini diawali dari permasalahan masih terjadinya kasus penyakit ternak yang tersebar di berbagai wilayah, sementara data yang tersedia belum dimanfaatkan secara optimal dalam analisis berbasis lokasi. Data kasus penyakit ternak yang diperoleh dari Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Kecamatan Bandar selanjutnya diolah dan dianalisis secara spasial untuk mengetahui pola penyebaran penyakit berdasarkan wilayah kejadian.



**Gambar 2.6 Kerangka Berpikir**

Analisis spasial tersebut kemudian diperdalam menggunakan metode *clustering* DBSCAN untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan kedekatan lokasi kejadian penyakit ternak. Hasil analisis disajikan dalam bentuk sistem informasi geografis berbasis web yang menampilkan peta sebaran dan kluster penyakit ternak. Output penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran spasial yang lebih jelas serta mendukung pemantauan dan pengambilan keputusan terkait pengendalian penyakit ternak.

## 2.10 Literatur Review

Berikut adalah tinjauan pustaka yang relevan pada penelitian seperti pada tabel 2.6 di bawah ini:

**Tabel 2.6 Literatur Review**

No.	Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode & Instrumen	Kelebihan & Keterbatasan
1	Ganub, et al., 2024	Spatial Analysis for Dengue Cases in Northern Mindanao, Philippines Using DDSS-DBSCAN Algorithm	DBSCAN; analisis spasial penyakit dengue (data kasus)	DBSCAN efektif mengidentifikasi pola cluster wilayah berdasarkan data spasial penyakit. Namun, fokusnya pada dengue, belum spesifik pada penyakit ternak.
2	Pratama et al., 2019	Implementasi Metode DBSCAN untuk Penyebaran Wabah Demam Berdarah	Data mining; <i>clustering</i> DBSCAN; analisis spasial	Metode DBSCAN efektif dalam mengelompokkan wilayah penyebaran penyakit berdasarkan kepadatan kasus dan mampu mengidentifikasi area noise. Namun, penelitian ini masih berfokus pada penyakit manusia dan belum diterapkan pada kasus penyakit ternak.
3	Tadesse & Amare, 2021	<i>Application of Geographical Information System in</i>	Studi literatur; pendekatan GIS dalam	Memberikan landasan teoritis yang kuat terkait peran GIS dalam pemetaan dan pengendalian penyakit

		<i>Animal Disease Surveillance and Control</i>	surveilans penyakit hewan	hewan. Namun, penelitian ini bersifat konseptual dan belum menyajikan studi kasus spesifik di tingkat wilayah lokal.
4	Hermanto & Sunandar, 2020	Analisis Data Sebaran Penyakit Menggunakan Metode DBSCAN	Data mining; <i>clustering</i> DBSCAN; data spasial	Metode DBSCAN efektif dalam mengidentifikasi kluster wilayah dengan kepadatan kasus yang tinggi tanpa menentukan jumlah kluster di awal. Namun, penelitian ini belum dikaitkan dengan sistem informasi geografis berbasis web sebagai media visualisasi.
5	Ngwira et al., 2024	<i>Spatial Analysis of Livestock Disease Data in Sub-Saharan Africa: A Scoping Review</i>	Review sistematis; analisis spasial penyakit ternak	Menyajikan gambaran komprehensif mengenai penerapan analisis spasial pada penyakit ternak. Namun, penelitian ini masih bersifat umum dan dilakukan pada konteks wilayah Afrika sehingga memerlukan penyesuaian untuk diterapkan di Indonesia.

## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM**

#### **3.1 Analisis Permasalahan**

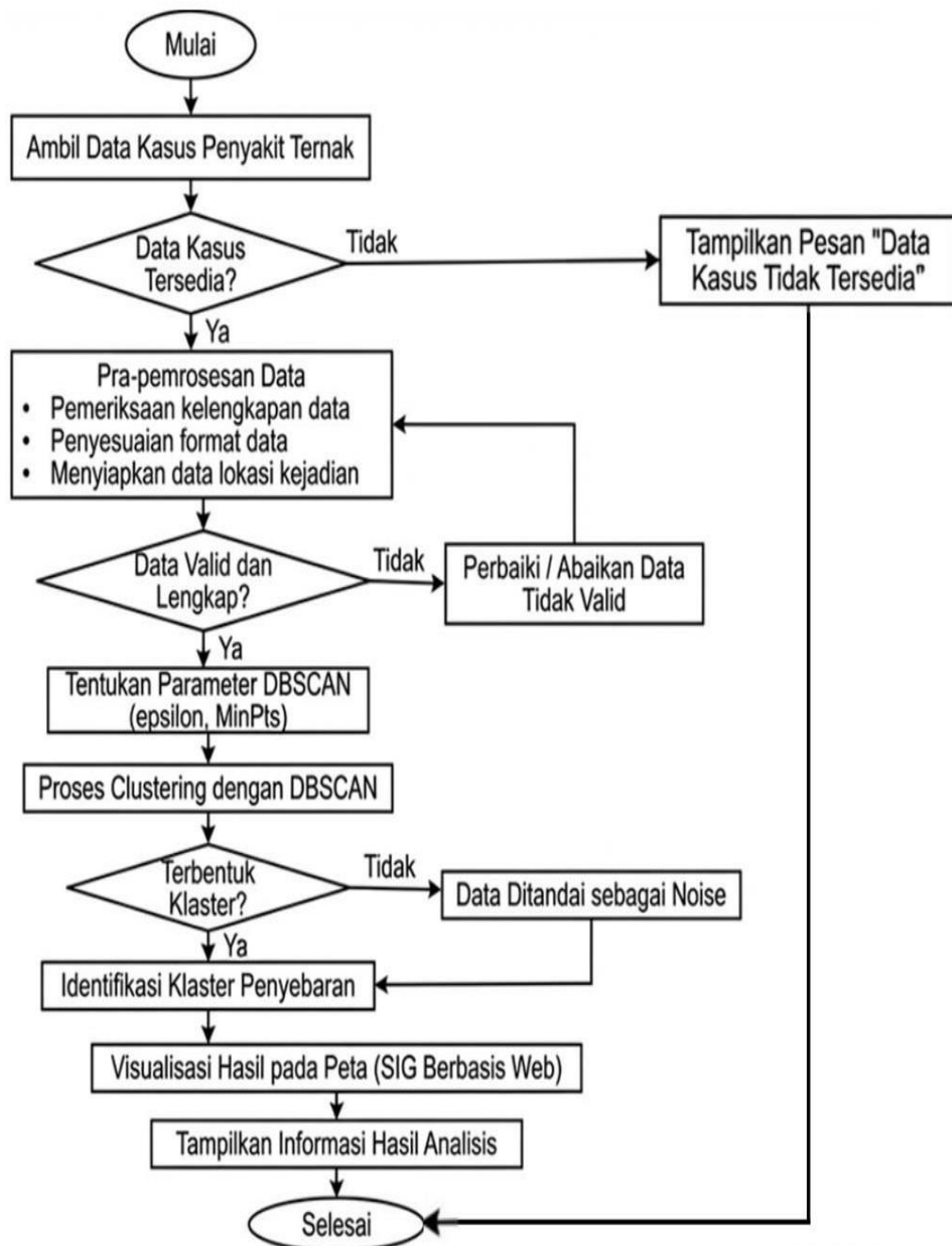
Permasalahan yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah keterbatasan pemanfaatan data kejadian penyakit ternak yang dimiliki oleh Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Kecamatan Bandar. Data kejadian penyakit ternak masih disajikan dalam bentuk tabel atau laporan deskriptif, sehingga pola penyebaran penyakit berdasarkan wilayah belum dapat dipahami secara jelas dan menyulitkan dalam mengidentifikasi daerah dengan konsentrasi kasus yang tinggi.

Selain itu, meskipun data penyakit ternak memiliki karakteristik spasial, belum terdapat mekanisme pengelompokan wilayah secara otomatis berdasarkan kedekatan dan kepadatan lokasi kejadian. Akibatnya, pola sebaran penyakit ternak tidak terlihat secara sistematis. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analisis berbasis spasial yang mampu mengelompokkan data kejadian penyakit ternak serta menyajikan hasil analisis dalam bentuk visualisasi peta melalui Sistem Informasi Geografis berbasis web untuk mendukung pemantauan dan pengambilan keputusan.

#### **3.2 Metode Sistem**

Metode sistem pada penelitian ini dirancang untuk menganalisis dan mengelompokkan penyebaran kasus penyakit ternak berdasarkan daerahnya di Kecamatan Bandar menggunakan metode *clustering* DBSCAN. Data kejadian penyakit ternak diperoleh dari Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Kecamatan Bandar dan diolah melalui tahap pra-pemrosesan sebelum dilakukan proses

*clustering*. Hasil pengelompokan selanjutnya disajikan dalam bentuk visualisasi peta melalui Sistem Informasi Geografis berbasis web guna memudahkan pemahaman pola penyebaran penyakit ternak.



**Gambar 3.1** Flowchart Metode Sistem *Clustering* DBSCAN

Gambar diatas menunjukkan alur kerja metode sistem dalam menganalisis penyebaran kasus penyakit ternak di Kecamatan Bandar menggunakan metode *clustering* DBSCAN. Proses dimulai dengan pengambilan data kasus penyakit ternak dari basis data. Apabila data kasus tidak tersedia, sistem akan menampilkan pesan bahwa data kasus tidak tersedia dan proses dihentikan. Jika data tersedia, sistem melanjutkan ke tahap pra-pemrosesan data yang meliputi pemeriksaan kelengkapan data, penyesuaian format data, serta penyiapan data lokasi kejadian agar siap untuk dianalisis.

Setelah tahap pra-pemrosesan, sistem melakukan pemeriksaan terhadap validitas dan kelengkapan data. Data yang tidak valid akan diperbaiki atau diabaikan agar tidak memengaruhi hasil analisis. Selanjutnya, sistem menentukan parameter DBSCAN berupa nilai epsilon dan MinPts, kemudian melakukan proses *clustering* untuk mengelompokkan kasus penyakit ternak berdasarkan kedekatan lokasi kejadian. Apabila klaster tidak terbentuk, data akan ditandai sebagai noise, sedangkan data yang berhasil dikelompokkan akan diidentifikasi sebagai klaster penyebaran. Hasil akhir dari proses ini disajikan dalam bentuk visualisasi peta melalui Sistem Informasi Geografis berbasis web serta dilengkapi dengan informasi hasil analisis, sehingga pola penyebaran penyakit ternak dapat dipahami dengan lebih jelas.

### **3.2.1 Jenis dan Sumber Data**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan memanfaatkan data sekunder yang diperoleh dari Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Kecamatan Bandar. Data yang digunakan merupakan data kejadian kasus penyakit ternak yang terjadi di wilayah Kecamatan Bandar. Data tersebut dikumpulkan dari catatan resmi

instansi terkait dan digunakan sebagai dasar dalam analisis penyebaran penyakit ternak berdasarkan daerahnya menggunakan metode *clustering* DBSCAN.

Data kejadian penyakit ternak yang digunakan dalam penelitian ini memuat beberapa atribut utama, yaitu waktu kejadian, jenis hewan, jenis penyakit, lokasi kejadian, serta informasi koordinat lokasi yang digunakan untuk keperluan analisis spasial dan visualisasi peta. Data ini selanjutnya diolah untuk mengidentifikasi pola penyebaran penyakit ternak berdasarkan kedekatan lokasi kejadian. Struktur data kasus penyakit ternak yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Atribut Data**

No	Nama Atribut	Keterangan
1	Waktu	Tanggal terjadinya kasus penyakit ternak
2	Jenis Hewan	Jenis ternak yang terjangkit penyakit
3	Jenis Penyakit	Jenis penyakit yang menyerang ternak
4	Lokasi	Lokasi kejadian kasus penyakit ternak
5	Latitude	Koordinat lintang lokasi kejadian
6	Longitude	Koordinat bujur lokasi kejadian

Sebagai gambaran awal, contoh data kasus penyakit ternak yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Sampel Data Kasus Penyakit Ternak**

No	Tanggal Kejadian (Date)	Jenis Ternak	Jenis Penyakit	Desa/Kelurahan	Latitude	Longitude
1	12/01/2025	Kambing	Scabies/Kurap	Pematang Kerasaan Rejo	3.11455	99.29575
2	12/01/2025	Kambing	Scabies/Kurap	Pematang Kerasaan Rejo	3.11455	99.29575
3	12/01/2025	Kambing	Scabies/Kurap	Pematang Kerasaan Rejo	3.11455	99.29575
4	12/01/2025	Kambing	Scabies/Kurap	Pematang Kerasaan Rejo	3.11455	99.29575
5	12/01/2025	Kambing	Scabies/Kurap	Pematang Kerasaan Rejo	3.11455	99.29575
6	12/01/2025	Kambing	Scabies/Kurap	Pematang Kerasaan Rejo	3.11455	99.29575
7	12/01/2025	Kambing	Scabies/Kurap	Pematang Kerasaan Rejo	3.11455	99.29575
8	12/03/2025	Sapi	BEF/Demam	Marihat Bandar	3.12638	99.30297
...	.....	.....	.....	.....	.....	.....
100	1/8/2026	Sapi	Cacingan	Timbaan	3.13660	99.31173

Data pada tabel tersebut menunjukkan bahwa setiap kasus penyakit ternak berdasarkan per ekor hewan direpresentasikan sebagai satu data kejadian yang memiliki informasi lokasi. Data inilah yang selanjutnya digunakan dalam proses *clustering* menggunakan metode DBSCAN untuk mengelompokkan penyebaran penyakit ternak berdasarkan kedekatan wilayah kejadian.

### 3.2.2 Tahapan Pengolahan Data dan Pemodelan *Clustering* DBSCAN

Tahapan pengolahan data dan pemodelan *clustering* DBSCAN pada penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk menghasilkan pengelompokan penyebaran kasus penyakit ternak berdasarkan kedekatan wilayah kejadian di Kecamatan Bandar. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola spasial, wilayah dengan konsentrasi kasus tinggi, serta kejadian yang bersifat terisolasi

(noise). Adapun tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

### 1. Pengumpulan dan Seleksi Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder kasus penyakit ternak yang diperoleh dari Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Kecamatan Bandar. Data yang dikumpulkan mencakup atribut waktu kejadian, jenis hewan, jenis penyakit, lokasi kejadian, serta koordinat geografis (latitude dan longitude). Pada tahap ini dilakukan seleksi data untuk memastikan bahwa data yang digunakan relevan dengan tujuan analisis, khususnya data yang memiliki informasi lokasi kejadian yang lengkap.

### 2. Pra-Pemrosesan Data (Preprocessing)

Tahap pra-pemrosesan bertujuan untuk menyiapkan data agar siap digunakan dalam proses *clustering* DBSCAN. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

- a. Pemeriksaan kelengkapan data, khususnya atribut koordinat lokasi.
- b. Pembersihan data dari nilai kosong (*missing value*) atau data ganda yang dapat memengaruhi hasil analisis.
- c. Penyesuaian format data lokasi agar berada dalam satuan koordinat yang seragam.
- d. Penyusunan data spasial dalam bentuk pasangan koordinat (latitude dan longitude) yang merepresentasikan titik kejadian penyakit ternak.

Hasil dari tahap ini adalah data spasial yang bersih dan siap dianalisis menggunakan metode *clustering* DBSCAN.

### 3. Penentuan Parameter DBSCAN

DBSCAN menggunakan dua parameter utama, yaitu epsilon ( $\epsilon$ ) dan minimum points (MinPts). Nilai  $\epsilon$  merepresentasikan jarak maksimum antar titik data agar dapat dianggap sebagai tetangga, sedangkan MinPts merupakan jumlah minimum titik dalam radius  $\epsilon$  yang diperlukan untuk membentuk suatu kluster. Penentuan parameter dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik data spasial dan kepadatan kejadian penyakit ternak di wilayah penelitian.

### 4. Proses *Clustering* Menggunakan DBSCAN

Pada tahap ini, metode DBSCAN diterapkan pada data koordinat lokasi kejadian penyakit ternak. Proses *clustering* dilakukan dengan cara:

- a. Mengidentifikasi core point, yaitu titik yang memiliki jumlah tetangga minimal sesuai nilai MinPts dalam radius  $\epsilon$ .
- b. Mengelompokkan titik-titik yang saling terhubung secara kepadatan ke dalam kluster yang sama.
- c. Mengklasifikasikan titik yang berada di sekitar core point sebagai border point.
- d. Menandai titik yang tidak memenuhi kriteria pembentukan kluster sebagai noise.

Hasil dari proses ini berupa beberapa kluster wilayah penyebaran penyakit ternak serta data noise yang menunjukkan kejadian terisolasi.

### 5. Interpretasi dan Visualisasi Hasil *Clustering*

Hasil *clustering* DBSCAN selanjutnya diinterpretasikan sebagai pola penyebaran penyakit ternak berdasarkan wilayah. Setiap kluster merepresentasikan area dengan konsentrasi kejadian penyakit yang relatif tinggi. Informasi hasil *clustering* kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta pada Sistem Informasi Geografis berbasis web, sehingga pengguna dapat melihat secara langsung sebaran

klaster penyakit ternak berdasarkan lokasi kejadian.

Tahapan pengolahan data dan pemodelan *clustering* DBSCAN ini diharapkan mampu memberikan gambaran spasial yang lebih jelas mengenai penyebaran penyakit ternak di Kecamatan Bandar serta mendukung proses pemantauan dan pengambilan keputusan oleh pihak terkait. Berikut adalah tahapan pengolahan data dan pemodelan sebagai berikut:

1. Data kasus penyakit ternak dipersiapkan dengan mengumpulkan data sekunder dari Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Kecamatan Bandar. Data yang digunakan mencakup waktu kejadian, jenis hewan, jenis penyakit, lokasi kejadian, serta koordinat geografis (latitude dan longitude). Pada tahap ini dilakukan pengecekan awal untuk memastikan data tersedia dan dapat diproses.
2. Pemeriksaan kelengkapan data dilakukan untuk memastikan setiap data kasus penyakit ternak memiliki informasi lokasi dan koordinat yang lengkap. Data yang tidak memiliki atribut penting, khususnya latitude dan longitude, tidak dapat digunakan dalam analisis spasial.
3. Data yang tidak lengkap ditangani dengan cara diabaikan atau diperbaiki sesuai kondisi data yang tersedia. Langkah ini bertujuan untuk menjaga kualitas data agar tidak memengaruhi hasil pengolahan dan analisis selanjutnya.
4. Pembersihan data dilakukan dengan menghapus data duplikat serta data yang tidak valid. Proses ini memastikan bahwa setiap titik kejadian penyakit ternak merepresentasikan kejadian yang sebenarnya dan tidak terjadi pengulangan data.
5. Penyesuaian format data dilakukan dengan menyeragamkan format koordinat lokasi sehingga seluruh data berada dalam satu format yang konsisten. Data

selanjutnya disusun dalam bentuk data spasial yang merepresentasikan titik lokasi kejadian penyakit ternak.

6. Data kasus penyakit ternak yang telah diolah dinyatakan siap digunakan untuk tahap analisis lanjutan, yaitu proses pengelompokan penyebaran penyakit ternak berdasarkan wilayah menggunakan metode *clustering* DBSCAN.

### 3.2.3 Contoh Perhitungan Manual Model *Clustering* DBSCAN

Bagian ini menjelaskan contoh perhitungan manual metode *clustering* DBSCAN menggunakan data kasus penyakit ternak berdasarkan per ekor hewan, untuk memperlihatkan proses pengelompokan data secara bertahap.

#### Data Kasus Penyakit Ternak

Digunakan tiga data kasus penyakit ternak sebagai berikut:

Titik	Jenis Ternak	Jenis Penyakit	Desa/Kelurahan	Latitude	Longitude
A	Kambing	Scabies/Kurap	Pematang Kerasaan Rejo	3.11455	99.29575
B	Anjing	Vaksinasi Rabies	Bandar Jawa	3.18818	99.28344
C	Sapi	BEF/Demam	Marihat Bandar	3.12638	99.30297

Parameter DBSCAN

Nilai parameter yang digunakan:

1)  $\epsilon$  (epsilon) = 3 km

2) MinPts = 2

2. Perhitungan Jarak Antar Titik (Rumus Haversine)

a. Rumus Haversine (format persamaan):

$$d = 2r \cdot \arcsin \left( \sqrt{\sin^2 \left( \frac{\Delta\varphi}{2} \right) + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \sin^2 \left( \frac{\Delta\lambda}{2} \right)} \right)$$

Dengan keterangan:

$$\varphi = \text{latitude dalam radian} = \text{latitude (derajat)} \times \frac{\pi}{180}$$

$$\lambda = \text{longitude dalam radian} = \text{longitude (derajat)} \times \frac{\pi}{180}$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$$

$$r = \text{jari-jari bumi} \approx 6371 \text{ km}$$

b. Konversi ke radian dan nilai antara (dibulatkan untuk penulisan):

1) Titik A:

$$\text{a. } \varphi_A = 3.11455 \times \frac{\pi}{180} \approx 0.054359152218 \text{ rad}$$

$$\text{b. } \lambda_A = 99.29575 \times \frac{\pi}{180} \approx 1.733037770737 \text{ rad}$$

2) Titik B:

$$\text{a. } \varphi_B = 3.18818 \times \frac{\pi}{180} \approx 0.055644238146 \text{ rad}$$

$$\text{b. } \lambda_B = 99.28344 \times \frac{\pi}{180} \approx 1.732822920706 \text{ rad}$$

3) Titik C:

$$\varphi_C = 3.12638 \times \frac{\pi}{180} \approx 0.054565624669 \text{ rad}$$

$$\lambda_C = 99.30297 \times \frac{\pi}{180} \approx 1.733163783509 \text{ rad}$$

c. Perhitungan jarak antar pasangan titik (hitung langkah demi langkah):

1) Jarak antara Titik A dan Titik B

i) Selisih:

$$\Delta\varphi = \varphi_B - \varphi_A \approx 0.001285085928 \text{ rad}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_B - \lambda_A \approx -0.000214850031 \text{ rad}$$

ii) Komponen a pada rumus Haversine:

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos\varphi_A \cdot \cos\varphi_B \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \approx 0.000000424367$$

iii) Sudut pusat c:

$$c = 2 \cdot \arcsin(\sqrt{a}) \approx 0.001302868707 \text{ rad}$$

iv) Jarak:

$$d(A, B) = r \cdot c \approx 6371 \times 0.001302868707 \approx 8.300576535 \text{ km}$$

2) Jarak antara Titik A dan Titik C

i) Selisih:

$$\Delta\varphi = \varphi_C - \varphi_A \approx 0.000206472451 \text{ rad}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_C - \lambda_A \approx 0.000126012772 \text{ rad}$$

ii) Komponen a pada rumus Haversine:

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos\varphi_A \cdot \cos\varphi_C \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \approx 0.000000014616$$

iii) Sudut pusat c:

$$c = 2 \cdot \arcsin(\sqrt{a}) \approx 0.000241791311 \text{ rad}$$

iv) Jarak:

$$d(A, C) = r \cdot c \approx 6371 \times 0.000241791311 \approx 1.540452439 \text{ km}$$

3) Jarak antara Titik B dan Titik C

i) Selisih:

$$\Delta\varphi = \varphi_C - \varphi_B \approx -0.001078613478 \text{ rad}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_C - \lambda_B \approx 0.000340862803 \text{ rad}$$

ii) Komponen a pada rumus Haversine:

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos\varphi_B \cdot \cos\varphi_C \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \approx 0.000000319810$$

iii) Sudut pusat  $c$ :

$$c = 2 \cdot \arcsin(\sqrt{a}) \approx 0.001131035818 \text{ rad}$$

iv) Jarak:

$$d(B, C) = r \cdot c \approx 6371 \times 0.001131035818 \approx 7.205829195 \text{ km}$$

d. Kesimpulan hasil jarak (pembulatan 3 desimal untuk ringkasan):

- a.  $d(A, B) \approx 8.301 \text{ km}$
- b.  $d(A, C) \approx 1.540 \text{ km}$
- c.  $d(B, C) \approx 7.206 \text{ km}$

3. Penentuan Jumlah Tetangga (neighborhood) dalam radius  $\epsilon = 3 \text{ km}$

- a. Titik A: tetangga yang berada dalam radius 3 km =  $\{A, C\}$  jumlah = 2
- b. Titik B: tetangga yang berada dalam radius 3 km =  $\{B\}$  jumlah = 1
- c. Titik C: tetangga yang berada dalam radius 3 km =  $\{C, A\}$  jumlah = 2

4. Penentuan Jenis Titik (dengan  $\text{MinPts} = 2$ )

- a. Titik A: jumlah tetangga  $\geq \text{MinPts}$  core point.
- b. Titik C: jumlah tetangga  $\geq \text{MinPts}$  core point.
- c. Titik B: jumlah tetangga  $< \text{MinPts}$  noise (bukan core, bukan border karena tidak dalam jangkauan core manapun).

5. Pembentukan Klaster

- a. Titik A dan Titik C saling terhubung secara kepadatan (*density-connected*) melalui jarak  $\leq \epsilon$  dan keduanya merupakan core point, sehingga keduanya digabung ke dalam satu klaster.
- b. Titik B tidak memiliki tetangga lain dalam radius  $\epsilon$  sehingga dikategorikan sebagai noise.

6. Hasil *Clustering* (ringkasan)

- a. Klaster 1:  $\{A, C\}$  menunjukkan konsentrasi kasus penyakit ternak (Kambing dan Sapi) pada area yang berdekatan (Pematang Kerasaan Rejo

dan Marihat Bandar).

- b. Noise: {B} satu ekor anjing di Bandar Jawa dikategorikan sebagai kasus terisolasi.

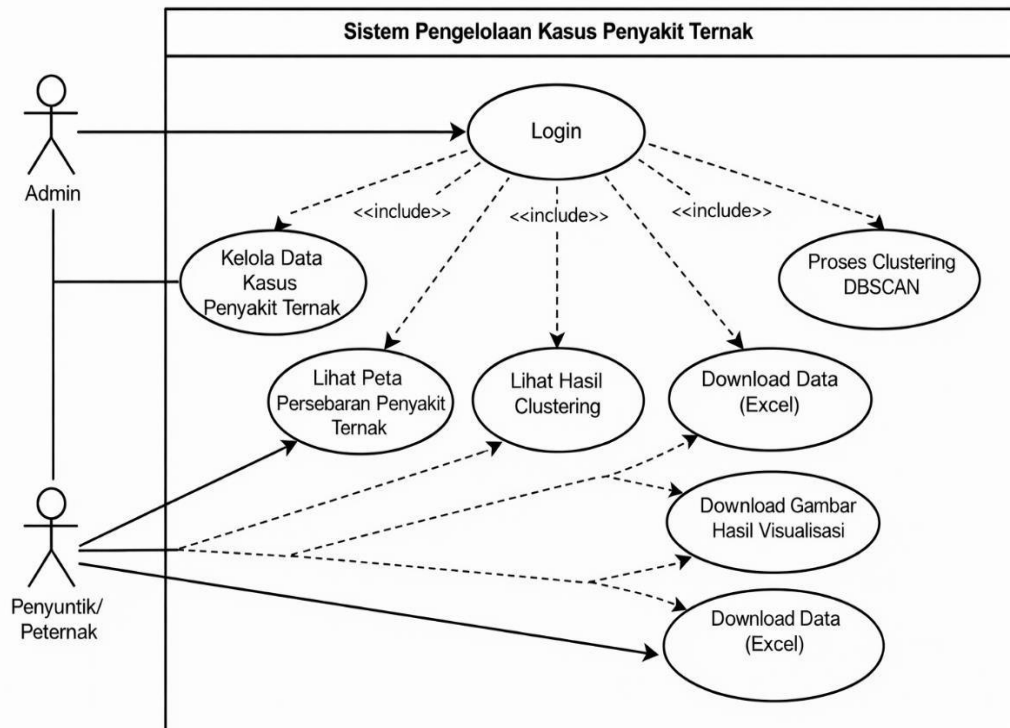
### 3.3 Pemodelan dan Perancangan Sistem

Pemodelan dan perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan struktur serta alur kerja sistem dalam mengelompokkan kasus penyakit ternak berdasarkan lokasi kejadian. Pemodelan ini bertujuan agar fungsi sistem, alur proses pengolahan data, serta interaksi pengguna dengan sistem dapat dipahami secara jelas sebelum tahap implementasi dilakukan.

Perancangan sistem pada penelitian ini menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) sebagai alat bantu pemodelan visual. UML digunakan untuk merepresentasikan kebutuhan sistem dan proses yang terjadi di dalam sistem pengelompokan kasus penyakit ternak menggunakan metode *clustering* DBSCAN. Adapun diagram UML yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, dan *Class Diagram*, yang masing-

masing menggambarkan sudut pandang dan fungsi sistem secara berbeda.

### 3.3.1 Use Case Diagram

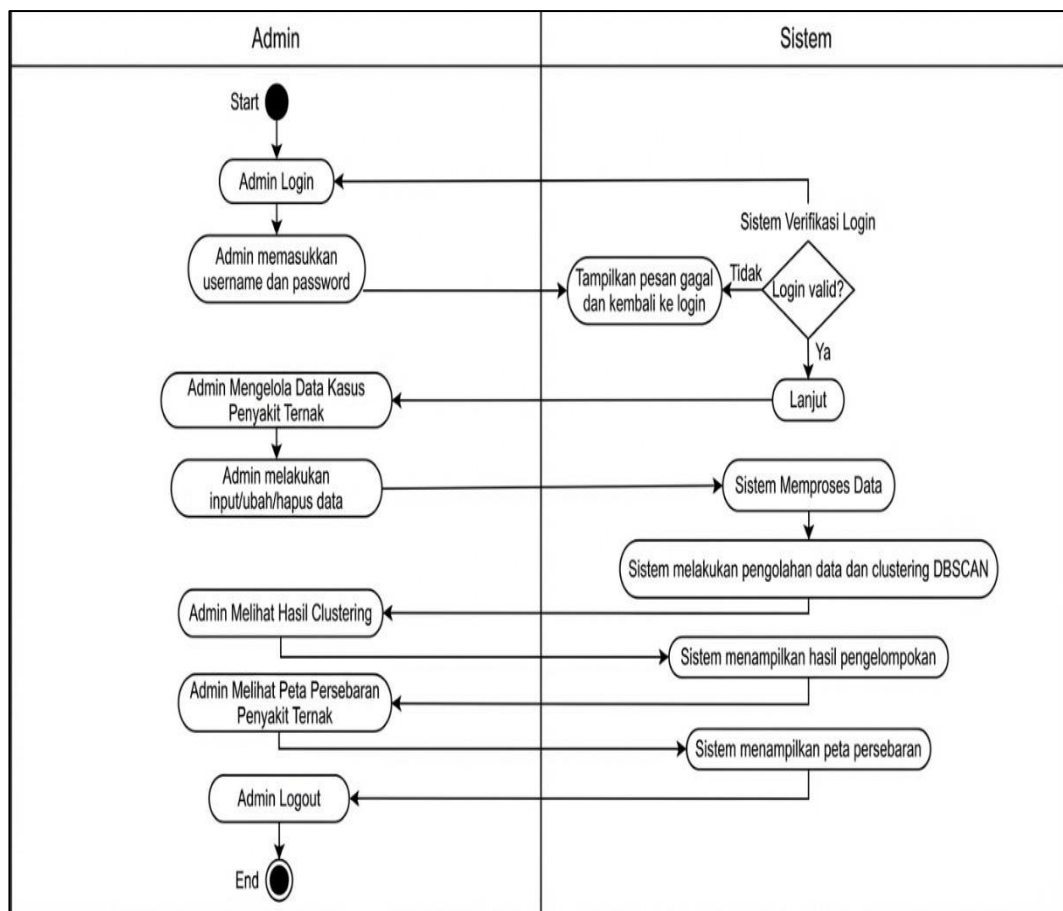


**Gambar 3.2 Use Case Diagram**

*Use Case Diagram* pada gambar di atas menggambarkan interaksi antara dua aktor, yaitu Admin dan Penyuntik/Peternak dengan Sistem Pengelolaan Kasus Penyakit Ternak. Admin memiliki hak akses penuh untuk melakukan login ke dalam sistem, mengelola data kasus penyakit ternak, menjalankan proses *clustering* menggunakan metode DBSCAN, melihat hasil *clustering*, melihat peta persebaran penyakit ternak, serta mengunduh data dalam bentuk Excel dan mengunduh gambar hasil visualisasi, kemudian dapat keluar dari sistem melalui fitur logout. Sementara itu, Penyuntik/Peternak juga dapat melakukan login ke dalam sistem dan mengakses beberapa fitur seperti melihat hasil *clustering*, melihat peta persebaran penyakit ternak, serta mengunduh data dan gambar visualisasi sesuai kebutuhan.

Diagram ini menunjukkan bahwa sistem dirancang untuk mendukung pengelolaan, analisis, serta penyajian informasi kasus penyakit ternak secara terstruktur dan dapat diakses oleh lebih dari satu jenis pengguna sesuai dengan hak aksesnya.

### 3.3.2 Activity Diagram



**Gambar 3.3 Activity Diagram**

*Activity Diagram* pada gambar di atas menggambarkan alur aktivitas yang terjadi antara Admin dan Sistem dalam pengelolaan serta analisis kasus penyakit ternak. Diagram ini menunjukkan urutan aktivitas mulai dari proses login hingga admin keluar dari sistem.

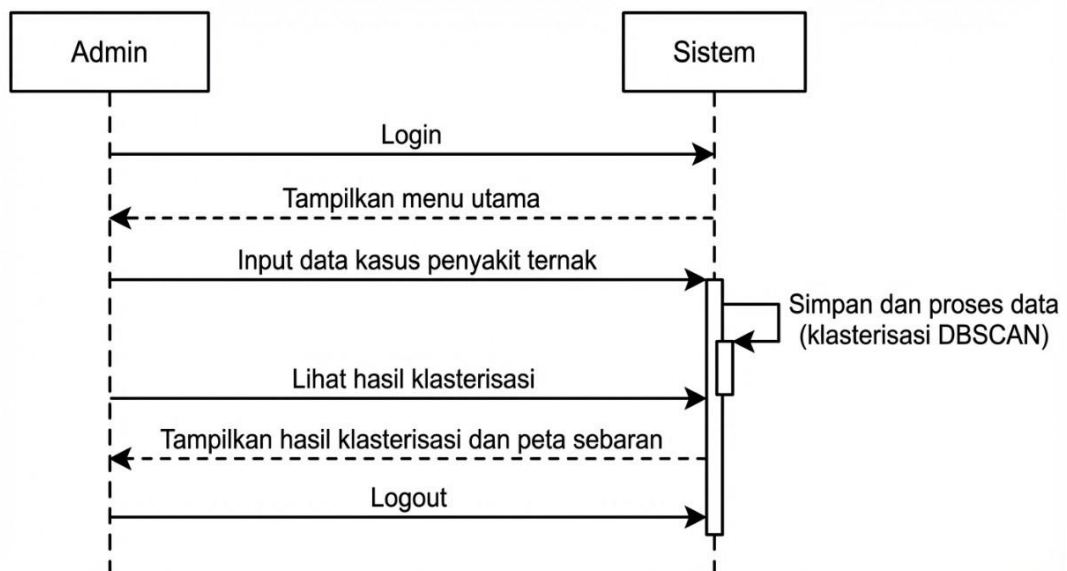
Proses dimulai ketika Admin melakukan login dengan memasukkan username dan password ke dalam sistem. Selanjutnya, Sistem melakukan verifikasi

login untuk memastikan data yang dimasukkan valid. Apabila login tidak valid, sistem akan menampilkan pesan gagal dan mengarahkan Admin kembali ke halaman login. Jika login valid, proses dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Setelah berhasil masuk ke dalam sistem, Admin mengelola data kasus penyakit ternak, yang meliputi aktivitas input, ubah, dan hapus data. Data yang dimasukkan kemudian diproses oleh sistem, termasuk proses pengolahan data dan penerapan metode *clustering* DBSCAN untuk mengelompokkan kasus penyakit ternak berdasarkan lokasi kejadian.

Hasil dari proses *clustering* selanjutnya dapat dilihat oleh Admin melalui menu hasil *clustering*. Selain itu, Admin juga dapat melihat peta persebaran penyakit ternak, di mana hasil pengelompokan ditampilkan secara visual dalam bentuk peta. Setelah seluruh aktivitas selesai dilakukan, Admin melakukan logout, dan proses pada sistem pun berakhir.

### 3.3.3 Sequence Diagram



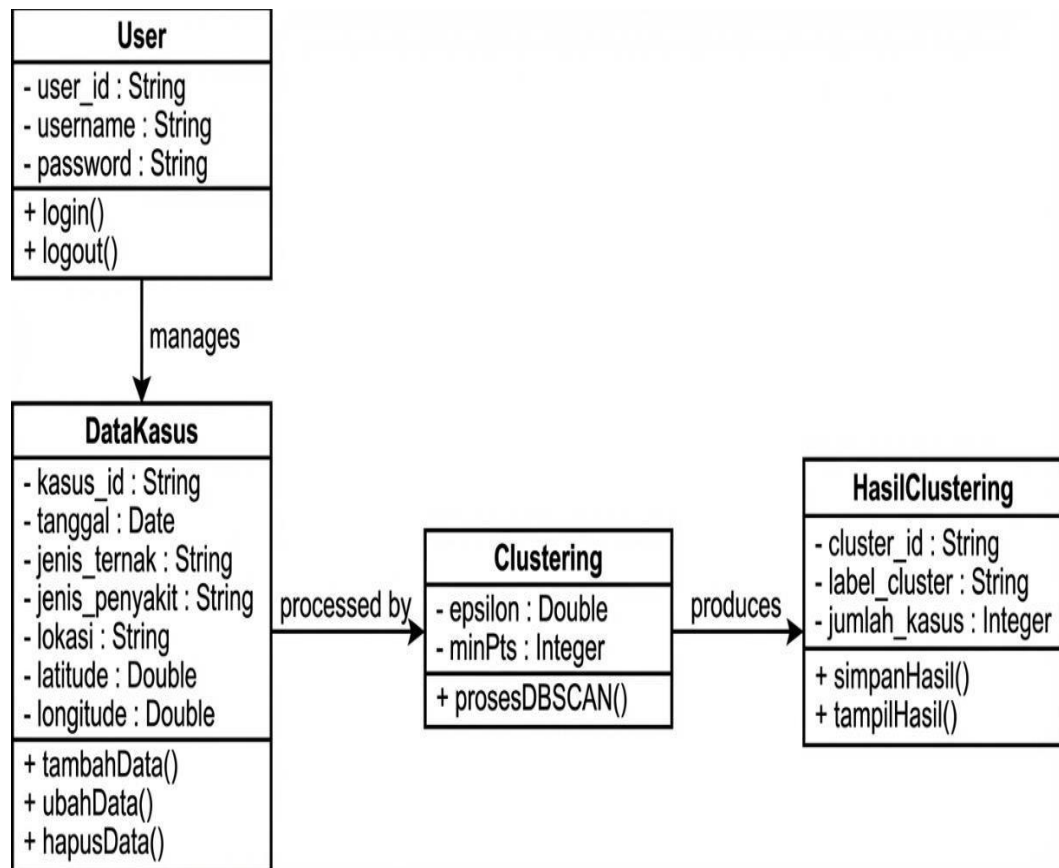
**Gambar 3.4 Sequence Diagram**

*Sequence diagram* menunjukkan alur interaksi antara Admin dan Sistem

dalam proses pengelolaan dan analisis kasus penyakit ternak. Diagram ini menegaskan pemisahan fungsi antara proses input data, pemrosesan data, serta penyajian hasil klasterisasi dengan urutan sebagai berikut:

1. Admin melakukan login ke dalam sistem untuk mengakses fitur pengelolaan dan analisis kasus penyakit ternak.
2. Sistem memverifikasi data login dan menampilkan menu utama sebagai tampilan awal setelah Admin berhasil masuk.
3. Admin melakukan input data kasus penyakit ternak ke dalam sistem berdasarkan data kejadian di lapangan.
4. Sistem menyimpan dan memproses data yang telah diinput, termasuk menjalankan proses klasterisasi menggunakan metode DBSCAN.
5. Admin memilih menu lihat hasil klasterisasi untuk melihat hasil pengelompokan data kasus penyakit ternak.
6. Sistem menampilkan hasil klasterisasi beserta peta persebaran penyakit ternak, sehingga Admin dapat memahami pola penyebaran penyakit secara visual.
7. Admin melakukan logout untuk mengakhiri penggunaan sistem.

### 3.3.4 Class Diagram



**Gambar 3.5 Class Diagram**

*Class diagram* digunakan untuk menggambarkan struktur statis sistem pengelolaan kasus penyakit ternak yang meliputi kelas, atribut, operasi, serta hubungan antar kelas di dalam sistem. Diagram ini membantu menjelaskan bagaimana data disimpan, diproses, dan dihasilkan melalui proses *clustering* menggunakan metode DBSCAN. Adapun penjelasan class diagram pada sistem ini adalah sebagai berikut:

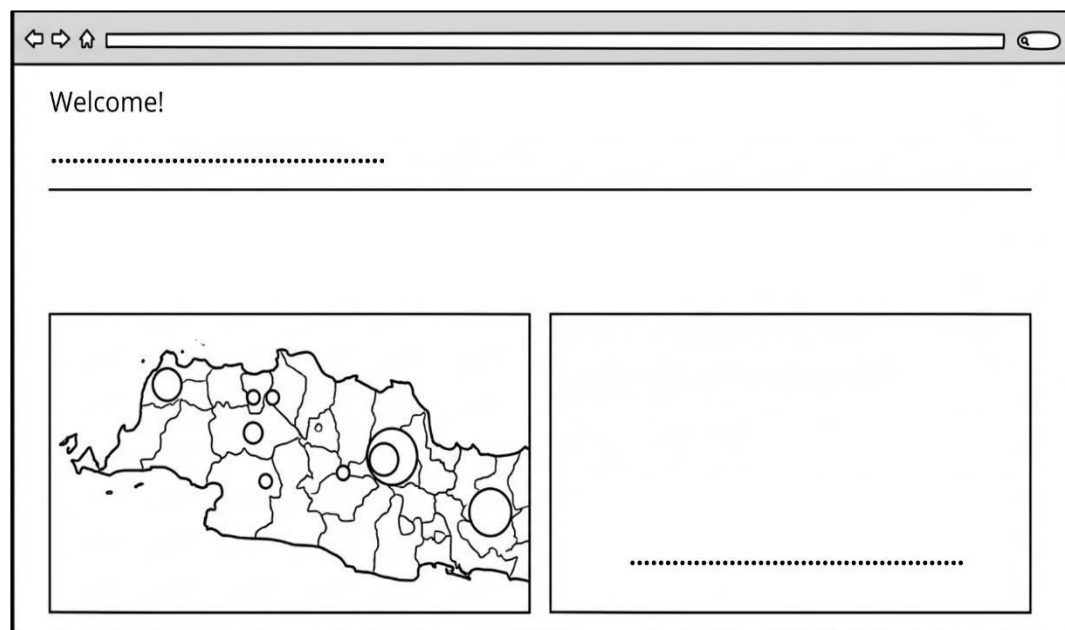
1. Kelas *User*, kelas *User* merepresentasikan pengguna sistem, yaitu Admin, yang memiliki atribut *user\_id*, *username*, dan *password*. Kelas ini menyediakan operasi *login()* dan *logout()* yang digunakan untuk mengatur proses autentikasi serta pengakhiran sesi pengguna dalam sistem.

2. Kelas *DataKasus*, kelas *DataKasus* berfungsi untuk menyimpan data kasus penyakit ternak yang terdiri dari *kasus\_id*, *tanggal*, *jenis\_ternak*, *jenis\_penyakit*, *lokasi*, serta koordinat geografis berupa *latitude* dan *longitude*. Kelas ini memiliki operasi *tambahData()*, *ubahData()*, dan *hapusData()* yang digunakan untuk mengelola data kasus penyakit ternak.
3. Relasi User dan *DataKasus*, kelas *User* memiliki relasi *manages* dengan kelas *DataKasus*, yang menunjukkan bahwa Admin memiliki hak untuk mengelola data kasus penyakit ternak yang terdapat dalam sistem.
4. Kelas *Clustering*, kelas *Clustering* digunakan untuk melakukan proses pengelompokan data menggunakan metode DBSCAN. Kelas ini memiliki atribut *epsilon* dan *minPts* sebagai parameter utama dalam proses *clustering* serta operasi *prosesDBSCAN()* untuk menjalankan metode DBSCAN terhadap data kasus.
5. Relasi *DataKasus* dan *Clustering*, kelas *DataKasus* memiliki relasi *processed by* dengan kelas *Clustering*, yang menunjukkan bahwa data kasus penyakit ternak menjadi input dalam proses *clustering* DBSCAN.
6. Kelas *HasilClustering*, kelas *HasilClustering* menyimpan hasil dari proses *clustering* yang meliputi *cluster\_id*, *label\_cluster*, dan *jumlah\_kasus*. Kelas ini menyediakan operasi *simpanHasil()* untuk menyimpan hasil pengelompokan dan *tampilHasil()* untuk menampilkan hasil *clustering* kepada pengguna.
7. Relasi *Clustering* dan *HasilClustering*, kelas *Clustering* memiliki relasi *produces* dengan kelas *HasilClustering*, yang menunjukkan bahwa proses *clustering* DBSCAN menghasilkan data berupa hasil pengelompokan yang digunakan dalam sistem.

### 3.3.5 Rancangan Antarmuka Aplikasi

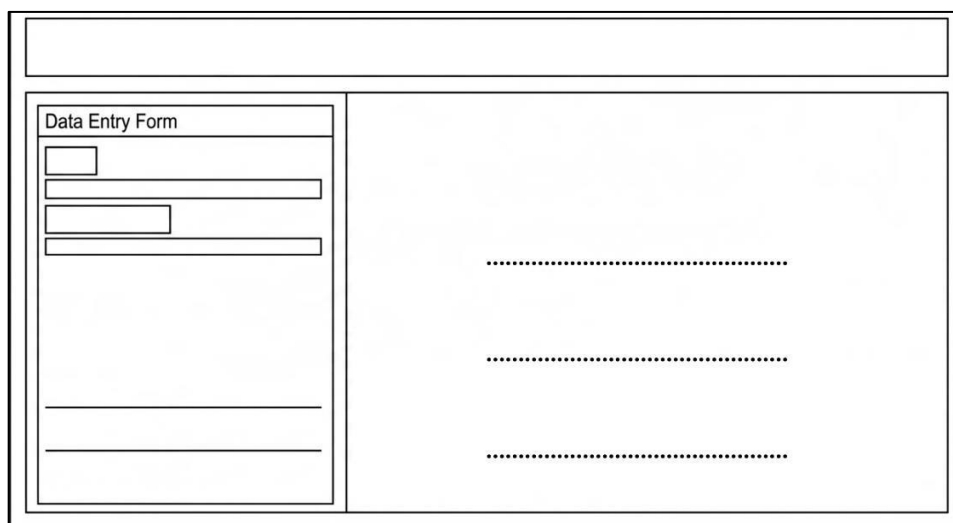
Rancangan antarmuka aplikasi dibuat untuk menggambarkan tampilan sistem serta alur penggunaan yang akan dilalui oleh pengguna dalam melakukan analisis penyebaran kasus penyakit ternak. Rancangan ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam melakukan input data, visualisasi wilayah, serta melihat hasil pengelompokan kasus penyakit ternak berdasarkan daerah menggunakan metode *Clustering* DBSCAN. Pada penelitian ini, rancangan antarmuka disajikan dalam bentuk Rancangan Aplikasi, yang terdiri dari beberapa tampilan utama sebagai berikut:

- a. Halaman awal merupakan tampilan pertama yang muncul saat aplikasi dijalankan. Halaman ini menampilkan judul aplikasi “Analisis Penyebaran Kasus Penyakit Ternak” serta deskripsi singkat mengenai tujuan aplikasi, yaitu untuk menganalisis dan memetakan penyebaran penyakit ternak berdasarkan wilayah di Kecamatan Bandar menggunakan metode DBSCAN.



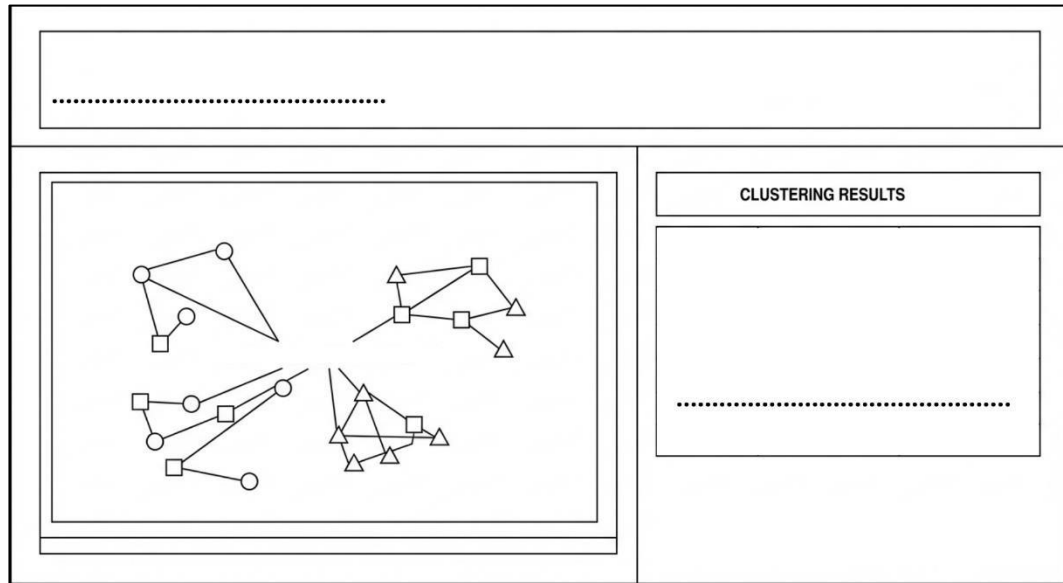
Gambar 3.6 *Welcome Page*

- b. Halaman input data digunakan untuk memasukkan dan mengelola data kasus penyakit ternak yang diperoleh dari Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan. Data yang dimasukkan meliputi informasi wilayah, jenis penyakit ternak, jumlah kasus, serta atribut pendukung lainnya yang diperlukan dalam proses *clustering*. Halaman ini dirancang dalam bentuk formulir isian agar pengguna dapat dengan mudah melakukan input, pengeditan, maupun pembaruan data sebelum dilakukan proses analisis.



**Gambar 3.7 Input Page**

- c. Halaman hasil analisis menampilkan hasil pengelompokan (*clustering*) kasus penyakit ternak berdasarkan daerah menggunakan metode DBSCAN. Pada halaman ini, hasil *clustering* divisualisasikan dalam bentuk grafik dan pemetaan wilayah sehingga pengguna dapat dengan mudah mengidentifikasi daerah dengan tingkat penyebaran penyakit ternak yang tinggi, sedang, maupun rendah.



**Gambar 3.8 Result Page**

Rancangan antarmuka aplikasi ini dibuat secara sederhana dan informatif agar mudah digunakan oleh pengguna, khususnya pihak yang berkepentingan dalam pengawasan kesehatan hewan. Dengan rancangan ini, diharapkan sistem mampu mendukung tujuan penelitian, yaitu memberikan gambaran penyebaran kasus penyakit ternak berdasarkan wilayah secara jelas dan akurat.

### 3.4 Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Sistem

Pengembangan sistem pengelompokan kasus penyakit ternak berbasis website menggunakan metode *Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise* (DBSCAN) pada penelitian ini memerlukan dukungan perangkat keras dan perangkat lunak yang memadai agar proses pengolahan data, pemodelan *clustering*, serta penyajian hasil dapat berjalan dengan baik. Spesifikasi perangkat yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan dan pengujian sistem berbasis web

### 3.4.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Perangkat keras digunakan sebagai sarana utama dalam proses pengelolaan data kasus penyakit ternak, penerapan metode DBSCAN berbasis PHP, serta pengujian sistem website. Adapun spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3 Spesifikasi Perangkat Keras**

No	Perangkat	Spesifikasi
1	Laptop / PC	Prosesor minimal Intel Core i5 atau setara
2	RAM	Minimal 8 GB
3	Penyimpanan	HDD/SSD minimal 256 GB
4	Sistem Operasi	Windows 10 / Windows 11
5	Perangkat Uji	Browser web (Google Chrome / Mozilla Firefox)

Spesifikasi perangkat keras tersebut dianggap telah mencukupi untuk menjalankan proses pengolahan data, pemodelan *clustering* DBSCAN, serta pengujian sistem pengelompokan penyakit ternak berbasis website secara optimal.

### 3.4.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak digunakan untuk mendukung proses pengolahan data, implementasi metode DBSCAN, serta pengembangan antarmuka sistem berbasis website. Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4 Spesifikasi Perangkat Lunak**

No	Perangkat Lunak	Fungsi
1	PHP	Bahasa pemrograman server-side untuk pengolahan data

		dan implementasi metode DBSCAN
2	HTML	Bahasa markup untuk membangun struktur halaman website
3	CSS	Digunakan untuk mengatur tampilan dan desain antarmuka website
4	Visual Studio Code	Editor kode untuk pengembangan sistem
5	Web Browser	Media untuk mengakses dan menguji sistem

Perangkat lunak tersebut dipilih karena mudah digunakan, bersifat *open-source*, serta sesuai dengan kebutuhan pengembangan sistem pengelompokan kasus penyakit ternak berbasis website.

### 3.4.3 Keterkaitan Perangkat dengan Sistem

Perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan saling terintegrasi dalam mendukung seluruh tahapan penelitian. Data kasus penyakit ternak disimpan dalam basis data MySQL dan dikelola melalui antarmuka website yang dibangun menggunakan HTML dan CSS. Proses pengolahan data serta penerapan metode DBSCAN dilakukan menggunakan PHP pada sisi server. Hasil pengelompokan kemudian ditampilkan dalam bentuk informasi *clustering* dan peta persebaran penyakit ternak melalui halaman website, sehingga sistem mampu menyajikan pola penyebaran penyakit secara informatif dan mudah dipahami oleh pengguna.

### 3.5 Waktu Penelitian

Waktu penelitian disajikan pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Waktu Penelitian**

No.	Kegiatan Penelitian	Tahun 2025-2026					
		Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei
1.	Penyusunan Proposal						
2.	Seminar Proposal						
3.	Preprocessing Data						
4.	Evaluasi						
5.	Sidang						

## **BAB IV**

### **IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM**

#### **4.1 Implementasi Sistem**

Implementasi sistem merupakan tahap penerapan seluruh rancangan yang telah disusun pada bab sebelumnya menjadi sebuah sistem yang nyata dan dapat dioperasikan. Sistem Informasi Geografis Penyebaran Penyakit Ternak dengan Metode DBSCAN di Kecamatan Bandar diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman PHP 8.1 native, basis data MySQL, serta library Leaflet.js untuk visualisasi peta interaktif. Sistem diakses melalui web browser dan dapat dijalankan di atas web server Apache (XAMPP/LAMP).

Sistem mendukung dua role pengguna dengan hak akses yang berbeda, yaitu Admin (petugas UPT Puskesmas) yang memiliki akses penuh terhadap seluruh fitur termasuk manajemen data dan eksekusi *clustering*, serta Peternak/Penyuntik yang hanya dapat melihat hasil analisis dan mengunduh laporan tanpa dapat mengubah data.

Sistem berbasis web pada penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi, tetapi juga sebagai sistem pengolahan data yang mencakup proses input data, penyimpanan dalam database, pengolahan menggunakan metode clustering DBSCAN, serta penyajian hasil analisis dalam bentuk peta interaktif.

##### **4.1.1 Implementasi Basis Data (*Database*)**

Basis data sistem menggunakan MySQL dengan nama database `dbscan_ternak` yang menggunakan encoding `utf8mb4` untuk mendukung karakter multibahasa. Database dirancang dengan empat tabel utama yang saling berelasi untuk mendukung seluruh fungsionalitas sistem.

**Tabel 4.1 Daftar Tabel pada Database dbscan\_ternak**

Nama Tabel	Kolom Utama	Fungsi
<b>users</b>	id, username, password, nama, role, created_at	Menyimpan data akun pengguna sistem beserta role akses (admin / peternak).
<b>kasus_ternak</b>	id, tanggal, jenis_ternak, jenis_penyakit, desa, kecamatan, jumlah_hewan, latitude, longitude, keterangan, created_by, created_at, updated_at	Menyimpan seluruh data kejadian penyakit ternak beserta koordinat geografis titik kejadian.
<b>hasil_clustering</b>	id, kasus_id, cluster_id, epsilon, min_pts, run_at	Menyimpan hasil pengelompokan DBSCAN. cluster_id = -1 menandakan data noise.
<b>dbscan_params</b>	id, epsilon, min_pts, updated_at	Menyimpan parameter DBSCAN terakhir yang digunakan (epsilon dan MinPts).

Relasi antar tabel pada database ini mengikuti prinsip referential integrity. Tabel kasus\_ternak berelasi ke tabel users melalui kolom created\_by (FK) untuk mencatat siapa yang menginput data. Tabel hasil\_clustering berelasi ke tabel kasus\_ternak melalui kasus\_id (FK) dengan ON DELETE CASCADE, sehingga ketika sebuah data kasus dihapus, hasil clustering yang berkaitan otomatis ikut terhapus. Berikut adalah detail struktur tabel kasus\_ternak sebagai tabel inti sistem:

Tabel 4.2 Struktur Kolom Tabel kasus\_ternak

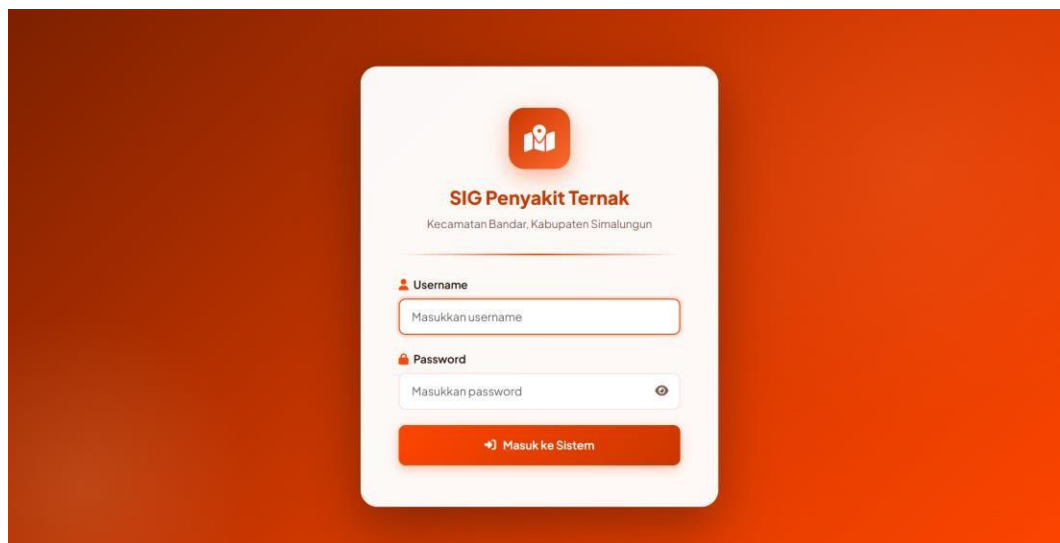
Nama Kolom	Tipe Data & Constraint	Keterangan
<b>id</b>	INT, PK, AUTO_INCREMENT	Identitas unik setiap rekaman kasus
<b>tanggal</b>	DATE, NOT NULL	Tanggal kejadian penyakit
<b>jenis_ternak</b>	VARCHAR(50), NOT NULL	Jenis hewan yang sakit (Sapi, Kambing, Anjing, dll.)
<b>jenis_penyakit</b>	VARCHAR(100), NOT NULL	Nama penyakit yang didiagnosa
<b>desa</b>	VARCHAR(100), NOT NULL	Desa/kelurahan lokasi kejadian
<b>kecamatan</b>	VARCHAR(100), DEFAULT 'Bandar'	Kecamatan lokasi (default: Bandar)
<b>jumlah_hewan</b>	INT, DEFAULT 1	Jumlah hewan yang terdampak
<b>latitude</b>	DECIMAL(10,7), NOT NULL	Koordinat lintang lokasi kejadian (WGS84)
<b>longitude</b>	DECIMAL(10,7), NOT NULL	Koordinat bujur lokasi kejadian (WGS84)
<b>keterangan</b>	TEXT	Catatan tambahan (opsional)
<b>created_by</b>	INT, FK → users.id	ID pengguna yang menginput data
<b>created_at</b>	TIMESTAMP	Waktu data pertama kali dimasukkan

Tabel hasil *clustering* menggunakan kolom *cluster\_id* dengan nilai -1 untuk menandai data yang dikategorikan sebagai noise oleh metode DBSCAN, nilai 0 ke

atas menandai nomor klaster, dan nilai -99 digunakan secara internal sebagai penanda data yang belum diproses. Kolom epsilon dan min\_pts pada tabel ini menyimpan parameter yang digunakan saat eksekusi *clustering*, sehingga hasil dapat diaudit dan dibandingkan antar-eksekusi dengan parameter yang berbeda.

#### 4.1.2 Halaman Login

Halaman login merupakan pintu masuk utama sistem yang wajib dilalui oleh seluruh pengguna sebelum dapat mengakses fitur apapun. Halaman ini menampilkan form autentikasi yang meminta username dan password. Sistem melakukan verifikasi kredensial menggunakan fungsi `password_verify()` PHP yang membandingkan input dengan hash bcrypt yang tersimpan di database, sehingga password tidak pernah disimpan dalam bentuk teks polos.



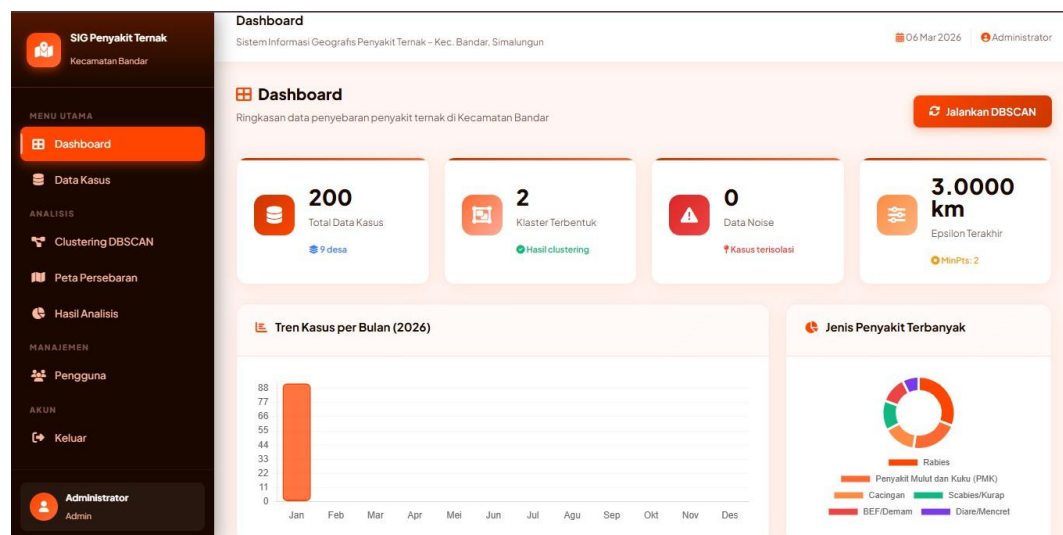
**Gambar 4.1 Halaman Login**

Apabila autentikasi berhasil, sistem akan menyimpan informasi sesi pengguna (id, nama, role) ke dalam PHP session dan mengarahkan pengguna ke halaman dashboard. Apabila gagal, pesan kesalahan ditampilkan tanpa memberikan informasi spesifik apakah username atau password yang salah, untuk mencegah

serangan enumerasi akun. Sistem juga mencegah akses langsung ke halaman-halaman yang dilindungi apabila sesi belum aktif melalui fungsi `requireLogin()` yang dipanggil di setiap halaman.

### 4.1.3 Halaman Dashboard

Halaman dashboard merupakan halaman pertama yang ditampilkan setelah pengguna berhasil login. Dashboard menyajikan ringkasan informasi penting secara visual dalam bentuk kartu statistik (stat cards) yang mencakup: total kasus penyakit ternak yang tersimpan di database, jumlah kluster yang terbentuk dari hasil *clustering* terakhir, jumlah data yang telah diproses *clustering*, serta jumlah data noise.



**Gambar 4.2 Halaman Dashboard**

Selain itu, dashboard menampilkan grafik distribusi kasus per jenis penyakit dan per jenis ternak menggunakan library Chart.js, serta tabel 10 kasus terbaru untuk memberikan gambaran data terkini kepada pengguna. Navigasi sidebar yang selalu tampil di sisi kiri layar memudahkan pengguna berpindah antar halaman sistem.

#### 4.1.4 Halaman Data Kasus Penyakit Ternak

Halaman data kasus menampilkan seluruh rekaman kejadian penyakit ternak dalam bentuk tabel interaktif menggunakan library DataTables. Tabel dilengkapi fitur pencarian real-time, pengurutan kolom, dan paginasi untuk memudahkan navigasi pada data yang berjumlah besar. Setiap baris data menampilkan nomor urut, tanggal kejadian, jenis ternak, jenis penyakit, desa, jumlah hewan, koordinat, serta label klaster hasil analisis DBSCAN.

**Data Kasus Penyakit Ternak**  
Sistem Informasi Geografis Penyakit Ternak – Kec. Bandar, Simalungun

05 Mar 2026 Administrator

**Data Kasus Penyakit Ternak**  
Data kejadian penyakit ternak di wilayah Kecamatan Bandar

+ Tambah Data

100 Sapi, 46 Anjing, 39 Kambing, 15 Domba

Export Excel, Cetak, Tampilkan 25 data, Cari:

#	TANGGAL	JENIS TERNAK	JENIS PENYAKIT	DESA/KELURAHAN	JML	KOORDINAT	KLASTER	AKSI
1	30 Jan 2026	Kambing	Scabies/Kurap	Timbaan	1	3.1343500, 99.3111700	Klaster 1	[Edit] [Hapus]
2	30 Jan 2026	Kambing	Scabies/Kurap	Timbaan	1	3.1343500, 99.3111700	Klaster 1	[Edit] [Hapus]
3	30 Jan 2026	Sapi	BEF/Demam	Pematang Kerasaan	1	3.0911900, 99.2942200	Klaster 1	[Edit] [Hapus]

**Gambar 4.3 Halaman Data Kasus Penyakit Ternak**

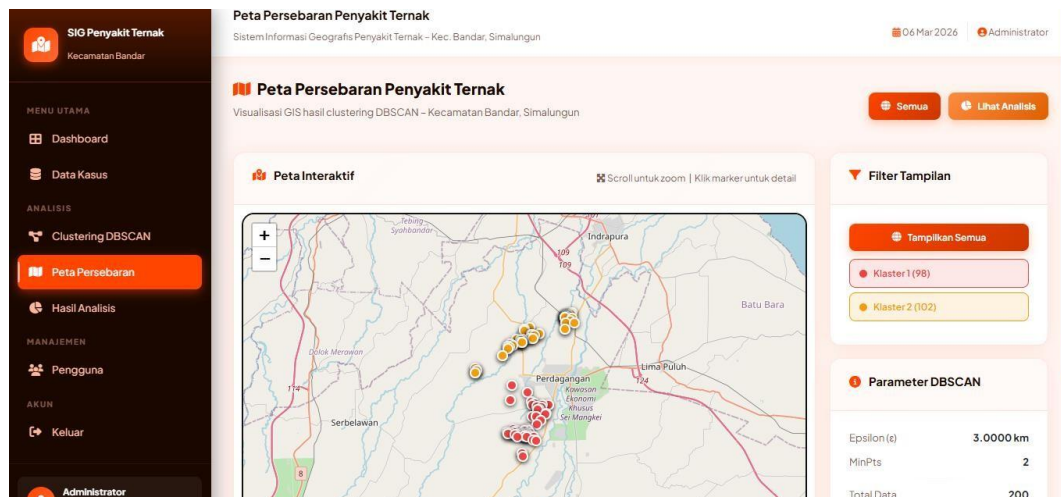
Pengguna dengan role Admin mendapatkan akses tambahan berupa tombol Tambah Data dan tombol aksi Edit serta Hapus pada setiap baris data. Proses tambah dan edit dilakukan melalui modal form yang muncul di atas halaman tanpa perpindahan halaman (tanpa reload), sehingga pengalaman pengguna lebih responsif. Proses hapus data dilengkapi konfirmasi modal untuk mencegah penghapusan yang tidak disengaja.

Seluruh pengguna (Admin dan Peternak) dapat menggunakan fitur Export Excel yang mengunduh data dalam format .xlsx menggunakan DataTables Buttons

dengan library JSZip, serta tombol Cetak untuk mencetak tabel langsung dari browser.

#### 4.1.5 Halaman Peta Sebaran Penyakit

Halaman peta sebaran memvisualisasikan seluruh titik koordinat kasus penyakit ternak pada peta interaktif yang dibangun menggunakan library Leaflet.js versi 1.9.4 dengan tile peta dari OpenStreetMap. Setiap titik kasus ditampilkan sebagai marker lingkaran (circle marker) berwarna yang membedakan klaster hasil analisis DBSCAN. Klaster 1 ditandai dengan warna merah, Klaster 2 dengan warna oranye, sedangkan data noise ditandai dengan warna abu-abu.



**Gambar 4.4 Halaman Peta Sebaran Penyakit**

Pengguna dapat berinteraksi dengan peta melalui operasi zoom masuk/keluar, geser, dan klik pada marker. Saat marker diklik, popup informasi akan muncul menampilkan detail kasus meliputi nama desa, jenis ternak, jenis penyakit, dan label klaster. Peta dilengkapi legenda klaster di bagian bawah untuk memudahkan interpretasi visualisasi.

#### 4.1.6 Halaman *Clustering* DBSCAN

Halaman *clustering* menyediakan antarmuka untuk mengonfigurasi dan menjalankan proses analisis DBSCAN. Pengguna dengan role Admin dapat

#	KLASTER	TANGGAL	JENIS TERNAK	PENYAKIT	DESA
1	Klaster 1	01 Dec 2025	Kambing	Scabies/Kurap	Pematang Kerasaan Rejo

mengatur nilai parameter Epsilon (radius jarak dalam satuan kilometer) dan MinPts (jumlah minimum titik dalam satu klaster) melalui form yang disediakan, kemudian menjalankan proses *clustering* dengan menekan tombol Proses *Clustering*.

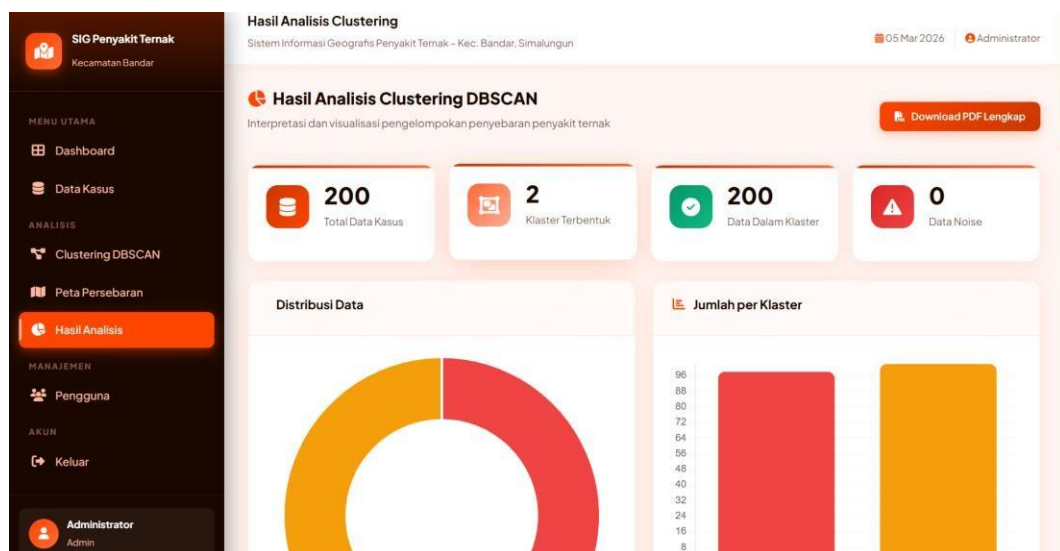
#### Gambar 4.5 Halaman *Clustering* DBSCAN

Proses *clustering* dieksekusi di sisi server (server-side) menggunakan PHP. Metode membaca seluruh data koordinat dari tabel kasus\_ternak, menghitung jarak antar titik menggunakan Rumus Haversine, kemudian mengklasifikasikan setiap titik sebagai core point, border point, atau noise berdasarkan parameter yang diberikan. Hasil *clustering* disimpan ke tabel hasil\_ *clustering* di database dengan menghapus hasil sebelumnya terlebih dahulu untuk memastikan data selalu terkini.

Pengguna dengan role Peternak hanya dapat melihat informasi parameter yang terakhir digunakan beserta ringkasan hasil, tanpa dapat mengubah parameter atau menjalankan ulang proses *clustering*.

#### 4.1.7 Halaman Hasil Analisis

Halaman hasil analisis menyajikan keluaran dari proses *clustering* DBSCAN secara komprehensif dan mudah dipahami. Halaman ini terbagi menjadi beberapa bagian utama: (1) Kartu statistik ringkasan yang menampilkan total kasus, jumlah kluster terbentuk, jumlah data dalam kluster, dan jumlah noise; (2) Peta sebaran kluster yang memvisualisasikan hasil pengelompokan; (3) Detail setiap kluster berisi informasi wilayah, jenis penyakit, dan jenis ternak yang ada di dalamnya; serta (4) Sistem peringatan dini yang secara otomatis mengidentifikasi desa-desa dengan kepadatan kasus di atas rata-rata.

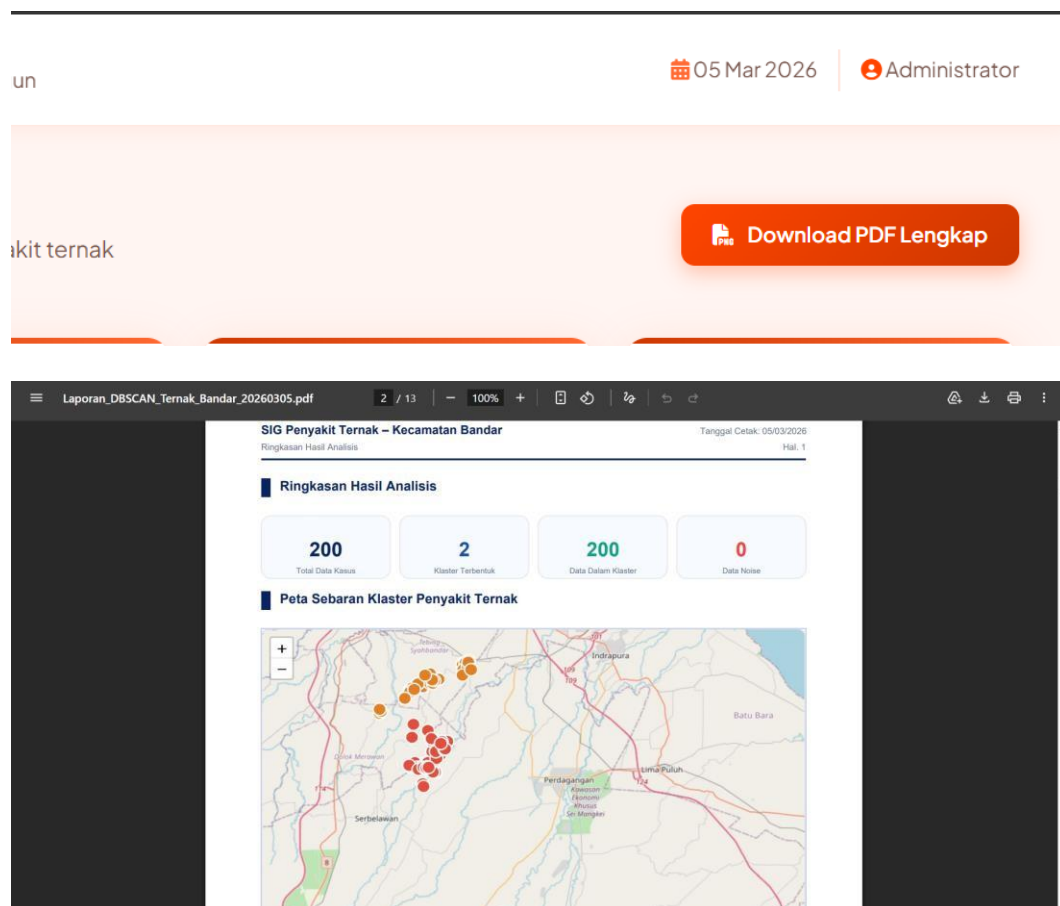


**Gambar 4.6 Halaman Hasil Analisis**

Sistem peringatan dini bekerja dengan menghitung rata-rata jumlah kasus per desa, kemudian menandai desa yang memiliki kasus di atas rata-rata atau minimal 3 kasus sebagai zona kepadatan tinggi. Setiap desa yang masuk zona ini dilengkapi dengan rekomendasi tindakan spesifik untuk Puskesmas dan Petugas Penyuntik berdasarkan jenis penyakit yang teridentifikasi di wilayah tersebut.

#### 4.1.8 Fitur Laporan PDF Otomatis

Fitur Download PDF Laporan menghasilkan dokumen laporan resmi secara otomatis dari data yang ada di sistem. Laporan dibangun menggunakan library jsPDF di sisi klien (client-side) dengan pendekatan native drawing API, artinya setiap elemen teks, tabel, dan kotak digambar langsung sebagai vektor PDF tanpa menangkap layar (screenshot). Hal ini menghasilkan teks yang tajam, dapat dicari (searchable), dan dapat di-copy.



**Gambar 4.7** Fitur Laporan PDF

Laporan terdiri dari halaman cover bergaya dokumen pemerintah, ringkasan statistik dan peta sebaran kluster (hasil capture peta Leaflet), detail setiap kluster beserta peringatan dini zona kepadatan tinggi, tabel lengkap 200 data kasus, serta

halaman kesimpulan dan rekomendasi yang dilengkapi kolom tanda tangan Kepala UPT Puskesmas, Camat Bandar, dan Operator Sistem.

#### 4.2 Hasil Pengujian Sistem (*Black Box Testing*)

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*, yaitu metode pengujian fungsionalitas yang berfokus pada perilaku sistem dari sudut pandang pengguna tanpa memperhatikan struktur internal kode. Pengujian dilakukan dengan menyiapkan skenario uji (*test case*) untuk setiap fitur utama, kemudian mengamati apakah output yang dihasilkan sistem sesuai dengan output yang diharapkan.

Ruang lingkup pengujian meliputi seluruh modul sistem, yaitu autentikasi, manajemen data kasus, visualisasi peta, proses *clustering* DBSCAN, kontrol akses berbasis role, fitur ekspor data, dan manajemen pengguna. Total skenario uji yang dilaksanakan sebanyak 16 *test case*.

**Tabel 4.3 Hasil Pengujian *Black Box Testing***

No	Fungsi / Modul	Input / Aksi	Output yang Diharapkan	Status	Ket.
TC-01	Login Admin	Username: admin, Password: password	Redirect ke dashboard admin, menu lengkap tampil	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-02	Login Peternak	Username: peternak, Password: password	Redirect ke dashboard, tanpa menu kelola data	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-03	Login Gagal	Password salah/kosong	Pesan error 'Username atau	<b>Berhasil</b>	Sesuai

No	Fungsi / Modul	Input / Aksi	Output yang Diharapkan	Status	Ket.
			password salah'		
TC-04	Tambah Data Kasus (Admin)	Isi semua field form, klik Simpan	Data tersimpan ke DB, muncul di tabel	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-05	Edit Data Kasus (Admin)	Klik ikon edit, ubah field, klik Perbarui	Data terupdate di tabel dan database	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-06	Hapus Data Kasus (Admin)	Klik ikon hapus, konfirmasi modal	Data terhapus, hasil <i>clustering</i> terkait ikut terhapus	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-07	Tambah Data oleh Peternak	Login peternak, akses halaman data kasus	Tombol Tambah Data tidak tampil	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-08	Tampil Peta Sebaran	Buka halaman Peta Sebaran	Seluruh marker titik kasus tampil di peta Leaflet	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-09	Popup Info Marker	Klik salah satu marker pada peta	Popup tampil: desa, jenis ternak, penyakit	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-10	Jalankan DBSCAN (Admin)	Isi epsilon=3, MinPts=2, klik Proses <i>Clustering</i>	2 klaster terbentuk, hasil tersimpan ke DB	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-11	Akses <i>Clustering</i> (Peternak)	Login peternak, buka	Form parameter tidak tampil,	<b>Berhasil</b>	Sesuai

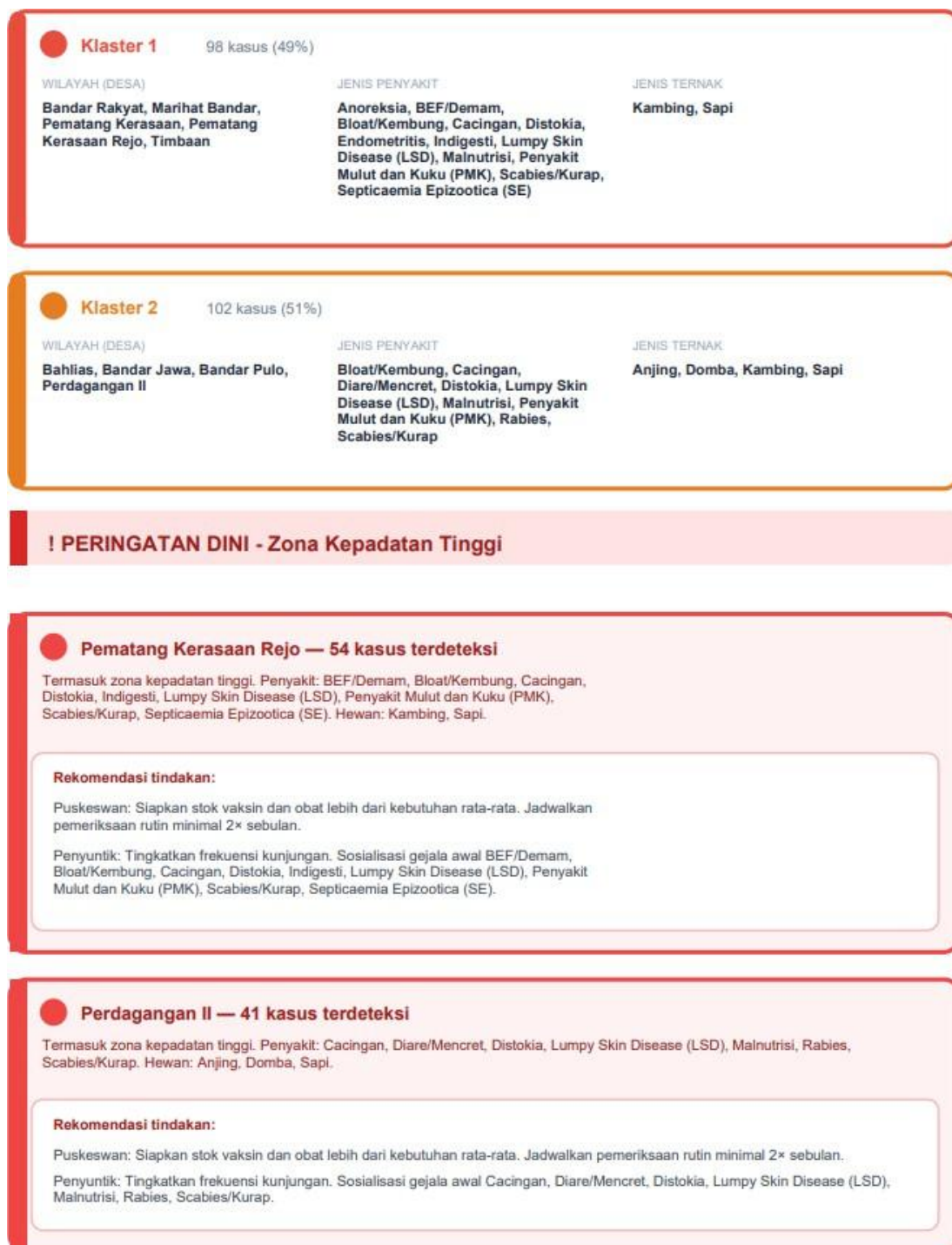
No	Fungsi / Modul	Input / Aksi	Output yang Diharapkan	Status	Ket.
		halaman <i>Clustering</i>	hanya info hasil		
TC-12	Lihat Hasil Analisis	Buka halaman Hasil Analisis	Statistik, peta klaster, peringatan dini tampil	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-13	Export Excel	Klik tombol Export Excel di halaman Data Kasus	File .xlsx terunduh otomatis ke komputer	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-14	Download PDF Laporan	Klik tombol Download PDF Lengkap	File PDF 5+ halaman terunduh otomatis	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-15	Manajemen Pengguna	Admin tambah user baru melalui halaman Users	User tersimpan, dapat login dengan kredensial baru	<b>Berhasil</b>	Sesuai
TC-16	Logout	Klik tombol Logout	Sesi berakhir, redirect ke halaman login	<b>Berhasil</b>	Sesuai

Berdasarkan Tabel 4.3, dari 16 skenario uji yang dilaksanakan, seluruhnya menghasilkan status Berhasil dengan keterangan Sesuai, artinya output yang dihasilkan sistem identik dengan output yang diharapkan. Persentase keberhasilan pengujian adalah  $16/16 \times 100\% = 100\%$ . Hasil ini membuktikan bahwa sistem berfungsi dengan baik pada seluruh fitur yang diuji, termasuk mekanisme

pembatasan akses berbasis role yang berjalan konsisten untuk membedakan hak akses pengguna Admin dan Peternak.

### **4.3 Hasil Analisis *Clustering* DBSCAN**

Pada bagian ini dibahas hasil analisis *clustering* menggunakan metode DBSCAN (*Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise*) untuk mengelompokkan titik kejadian penyakit ternak berdasarkan kedekatan spasialnya. DBSCAN dipilih karena mampu membentuk klaster dengan bentuk yang tidak beraturan serta efektif untuk data koordinat geografis, sehingga sesuai untuk memetakan pola penyebaran penyakit di Kecamatan Bandar. Pembahasan pada subbab ini mencakup data yang digunakan, penetapan parameter (epsilon dan MinPts), proses komputasi yang dilakukan, hasil klaster yang terbentuk, serta interpretasi karakteristik masing-masing klaster sebagai dasar dalam mengidentifikasi wilayah prioritas pengendalian penyakit.



**Gambar 4.8 Output Hasil Peringatan sebagai zona perhatian dan tidak perhatian**

Gambar 4.8 menampilkan keluaran sistem peringatan dini yang mengelompokkan wilayah ke dalam dua kategori, yaitu zona perhatian dan zona

tidak perhatian, berdasarkan tingkat kepadatan kasus penyakit ternak yang terdeteksi pada masing-masing desa. Keluaran ini merupakan hasil lanjutan dari proses analisis menggunakan metode clustering DBSCAN, yang mengelompokkan data berdasarkan kedekatan sebaran kasus pada wilayah penelitian. Dengan demikian, tampilan pada gambar tersebut tidak hanya berfungsi sebagai visualisasi sistem, tetapi juga merepresentasikan hasil analisis pola penyebaran kasus penyakit ternak secara spasial.

Pada gambar tersebut, hasil klasterisasi dibagi menjadi Klaster 1 dan Klaster 2. Klaster 1 memiliki 98 kasus (49%) dengan cakupan wilayah Desa Bandar Rakyat, Marihat Bandar, Pematang Kerasaan, Pematang Kerasaan Rejo, dan Timbaan. Jenis penyakit yang teridentifikasi pada klaster ini meliputi anoreksia, BEF/demam, bloat/kembung, cacingan, distokia, endometritis, indigesti, Lumpy Skin Disease (LSD), malnutrisi, penyakit mulut dan kuku (PMK), scabies/kurap, serta septicaemia epizootica (SE), dengan jenis ternak terdampak berupa kambing dan sapi. Sementara itu, Klaster 2 memiliki 102 kasus (51%) dengan cakupan wilayah Desa Bahlias, Bandar Jawa, Bandar Pulo, dan Perdagangan II. Pada klaster ini, penyakit yang muncul meliputi bloat/kembung, cacingan, diare/mencret, distokia, Lumpy Skin Disease (LSD), malnutrisi, penyakit mulut dan kuku (PMK), rabies, serta scabies/kurap, dengan jenis ternak terdampak yang lebih beragam, yaitu anjing, domba, kambing, dan sapi.

RINGKASAN ANALISIS DBSCAN PENYAKIT TERNAK			
Wilayah	Kecamatan Bandar, Kabupaten Simalungun		
Parameter DBSCAN	Epsilon = 3,00 km   MinPts = 2   Jarak = Haversine		
Validasi Hasil Analisis		Sorotan Temuan	
Total kasus	200.0 kasus	Klaster 1	98 kasus (49.0%)
Klaster terbentuk	2.0 klaster	Klaster 2	102 kasus (51.0%)
Data dalam klaster	200.0 kasus	Zona perhatian tertinggi	Pematang Kerasaan Rejo
Data noise	0.0 kasus	Kasus tertinggi	54
Jumlah desa terdampak	9.0 desa	Catatan	Zona perhatian ditetapkan untuk desa dengan kasus di atas rata-rata kasus per desa
Rata-rata kasus per desa	22.2 kasus/desa		
Konsistensi data			
Total kasus = Cluster 1 + Cluster 2	VALID		
Semua data masuk klaster	VALID		
Noise = 0	VALID		

**Gambar 4.9 Ringkasan Analisis**

Berdasarkan hasil pengelompokan tersebut, terlihat bahwa penyebaran kasus penyakit ternak di Kecamatan Bandar tidak terjadi secara acak, melainkan membentuk konsentrasi pada kelompok wilayah tertentu. Klaster 1 menunjukkan konsentrasi kasus pada wilayah yang didominasi ternak kambing dan sapi, dengan variasi penyakit yang relatif lebih beragam. Di sisi lain, Klaster 2 menunjukkan konsentrasi kasus pada wilayah dengan jenis ternak yang lebih heterogen, termasuk adanya kasus rabies yang memiliki karakteristik penanganan berbeda karena berpotensi berdampak lebih luas. Temuan ini menunjukkan bahwa setiap klaster memiliki karakteristik sebaran penyakit yang berbeda, sehingga penanganannya tidak dapat dilakukan dengan pendekatan yang sama pada seluruh wilayah.

Desa	Jumlah Kasus	Persentase	Klaster Dominan	Status Zona	Ambang Rata-rata	Selisih dari Rata-rata
Pematang Kerasaan Rejo	54	27.0%	Klaster 1	Zona Perhatian	22.22222222	31.77777778
Perdagangan II	41	20.5%	Klaster 2	Zona Perhatian	22.22222222	18.77777778
Bandar Jawa	30	15.0%	Klaster 2	Zona Perhatian	22.22222222	7.77777778
Timbaan	25	12.5%	Klaster 1	Zona Perhatian	22.22222222	2.77777778
Bahlias	22	11.0%	Klaster 2	Zona Tidak Perhatian	22.22222222	-0.22222222
Marihat Bandar	10	5.0%	Klaster 1	Zona Tidak Perhatian	22.22222222	-12.22222222
Bandar Pulo	9	4.5%	Klaster 2	Zona Tidak Perhatian	22.22222222	-13.22222222
Pematang Kerasaan	5	2.5%	Klaster 1	Zona Tidak Perhatian	22.22222222	-17.22222222
Bandar Rakyat	4	2.0%	Klaster 1	Zona Tidak Perhatian	22.22222222	-18.22222222

**Gambar 4.10 Persentase Kasus dengan Rekap Desa**

Selanjutnya, peringatan dini pada wilayah yang memiliki tingkat kepadatan kasus tinggi, yang pada gambar ditandai dengan label “Peringatan Dini – Zona Kepadatan Tinggi”. Wilayah yang masuk ke dalam kategori ini adalah Pematang Kerasaan Rejo dengan 54 kasus terdeteksi dan Perdagangan II dengan 41 kasus terdeteksi. Kedua wilayah tersebut diklasifikasikan sebagai wilayah prioritas karena memiliki jumlah kasus yang lebih tinggi dibandingkan desa lain dalam klaster masing-masing. Penetapan zona perhatian ini menunjukkan bahwa hasil analisis DBSCAN tidak berhenti pada proses pengelompokan data, tetapi juga dilanjutkan pada tahap interpretasi untuk mengidentifikasi desa yang perlu memperoleh perhatian lebih dalam kegiatan pengawasan dan penanganan penyakit ternak.

Desa	Jumlah Kasus	Status	Penyakit Dominan	Jenis Ternak Domina	Catatan
Pematang Kerasaan Rejo	54	Zona Perhatian	BEF/Demam	Sapi	Kasus di atas rata-rata desa
Perdagangan II	41	Zona Perhatian	Rabies	Anjing	Kasus di atas rata-rata desa
Bandar Jawa	30	Zona Perhatian	Rabies	Anjing	Kasus di atas rata-rata desa
Timbaan	25	Zona Perhatian	Cacingan	Sapi	Kasus di atas rata-rata desa

**Gambar 4.11 Kesimpulan Kasus**

Selain menampilkan jumlah kasus dan jenis penyakit, sistem juga menghasilkan rekomendasi tindakan sebagai bentuk dukungan terhadap pengambilan keputusan. Untuk pihak puskesmas, rekomendasi yang diberikan berupa penyediaan stok vaksin dan obat di atas kebutuhan rata-rata serta penjadwalan pemeriksaan rutin minimal dua kali dalam sebulan. Adapun untuk penyuluh, sistem merekomendasikan peningkatan frekuensi kunjungan lapangan serta sosialisasi gejala awal penyakit yang dominan pada masing-masing wilayah. Rekomendasi ini menunjukkan bahwa hasil analisis tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga dapat dimanfaatkan secara langsung untuk mendukung tindakan preventif dan responsif pada wilayah yang memiliki risiko lebih tinggi.

Dengan demikian, Gambar 4.8 menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu mengubah data hasil klusterisasi menjadi informasi peringatan dini yang lebih operasional dan mudah dipahami. Keluaran tersebut memberikan manfaat dalam mengidentifikasi wilayah berisiko, menentukan prioritas pengawasan, serta membantu pihak terkait dalam menyusun langkah intervensi yang lebih tepat sasaran sesuai karakteristik penyebaran penyakit ternak pada masing-masing wilayah.

#### **4.3.1 Data yang Digunakan**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kejadian penyakit ternak yang bersumber dari UPT Puskesmas Kecamatan Bandar, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara. Data mencakup 200 rekaman kejadian penyakit ternak selama periode 1 Desember 2025 hingga 30 Januari 2026. Setiap rekaman memuat informasi tanggal kejadian, jenis ternak, jenis penyakit, lokasi desa, serta koordinat geografis titik kejadian dalam format desimal derajat (decimal degrees)

sistem koordinat WGS84 yang kompatibel dengan Google Maps dan OpenStreetMap.

Data tersebar di 9 desa di wilayah Kecamatan Bandar, dengan 15 jenis penyakit yang berbeda dan mencakup 5 jenis ternak (Sapi, Kambing, Anjing, Domba, dan lainnya). Data dikumpulkan langsung dari catatan kunjungan lapangan petugas UPT Puskesmas dan diinput ke dalam sistem oleh administrator.

#### 4.3.2 Penetapan Parameter DBSCAN

Pemilihan nilai parameter DBSCAN dilakukan berdasarkan karakteristik geografis wilayah Kecamatan Bandar dan analisis distribusi jarak antar titik data.

Dua parameter utama yang perlu ditetapkan adalah:

**Tabel 4.4 Parameter DBSCAN**

Epsilon (km)	MinPts	Klaster terbentuk	Data dalam klaster	Data noise
1.00	1	8	200	0
1.00	2	8	200	0
1.00	3	6	196	4
2.00	1	4	200	0
2.00	2	4	200	0
2.00	3	4	200	0
3.00	1	2	200	0
3.00	2	2	200	0
3.00	3	2	200	0

Berdasarkan karakteristik wilayah penelitian dan hasil pengujian beberapa kombinasi parameter pada 200 data kasus, parameter DBSCAN yang paling sesuai

untuk analisis penyebaran penyakit ternak di Kecamatan Bandar adalah Epsilon ( $\epsilon$ ) = 3,0 km dan MinPts = 2. Nilai  $\epsilon$  = 3,0 km dipilih karena sesuai dengan kondisi geografis wilayah penelitian, di mana jarak antar-desa umumnya berada pada kisaran 1–5 km, sehingga titik-titik kejadian yang berada pada desa berdekatan masih dapat terdeteksi sebagai tetangga dan membentuk klaster yang merepresentasikan pola penyebaran berbasis wilayah.

Hasil implementasi sistem menunjukkan bahwa kombinasi  $\epsilon$  = 3,0 km dan MinPts = 2 menghasilkan 2 klaster dengan seluruh data (100%) masuk ke dalam klaster dan tidak terdapat noise, sehingga pola penyebaran dapat terlihat jelas dan mudah diinterpretasikan. Selain itu, nilai MinPts = 2 dipilih karena secara konsep DBSCAN mensyaratkan adanya minimal satu titik lain dalam radius  $\epsilon$  agar suatu titik dapat menjadi core point. Hal ini membuat pembentukan klaster benar-benar merepresentasikan keterkaitan kejadian antar lokasi, bukan terbentuk karena satu titik berdiri sendiri.

Sebagai perbandingan, pada nilai epsilon yang lebih kecil (misalnya 1 km), klaster yang terbentuk cenderung lebih banyak dan lebih terfragmentasi, bahkan pada kombinasi tertentu dapat menghasilkan noise. Kondisi tersebut kurang sesuai untuk tujuan penelitian yang ingin melihat pola penyebaran penyakit pada skala kecamatan secara lebih stabil dan representatif. Oleh karena itu, parameter  $\epsilon$  = **3,0** km dan MinPts = **2** dipilih karena memberikan hasil klaster yang paling stabil, jelas, dan sesuai dengan tujuan penelitian.

### **4.3.3 Proses Komputasi Metode DBSCAN**

Metode DBSCAN diimplementasikan dalam bahasa PHP dan dieksekusi di sisi server. Proses dimulai dengan membaca seluruh 200 titik koordinat dari

database, kemudian membangun matriks jarak menggunakan Rumus Haversine. Rumus Haversine digunakan karena data koordinat berada pada permukaan bumi yang melengkung, sehingga jarak Euclidean biasa tidak akurat untuk data geografis.

Rumus Haversine yang digunakan adalah:

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\text{lat}}{2}\right) + \cos(\text{lat}_1) \cdot \cos(\text{lat}_2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\text{lon}}{2}\right)$$

$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$d = R \cdot c$$

dengan:

- a.  $\Delta\text{lat} = \text{lat}_2 - \text{lat}_1$
- b.  $\Delta\text{lon} = \text{lon}_2 - \text{lon}_1$
- c.  $R = 6,371$  km(jari-jari rata-rata Bumi)
- d.  $d$ = jarak antara dua titik (km)

Setelah matriks jarak tersedia, metode mengiterasi setiap titik yang belum dikunjungi. Untuk setiap titik P, metode mengidentifikasi semua titik Q yang berada dalam radius epsilon dari P. Jika jumlah titik tersebut memenuhi syarat MinPts, P ditetapkan sebagai *core point* dan sebuah kluster baru dimulai. Semua titik dalam radius P yang juga merupakan *core point* kemudian diproses secara rekursif untuk memperluas kluster. Proses ini berlanjut hingga semua titik telah dikunjungi. Berikut adalah ilustrasi sebagian proses iterasi:

**Tabel 4.5 Ilustrasi Proses Iterasi Metode DBSCAN (Sampel 7 Iterasi dari 200)**

Titik	Lat	Lon	Tetangga ( $e=3\text{km}$ )	Jml Ttg	Tipe	Aksi	Klaster
P1	3.11455	99.29575	P1–P8 (radius 3 km)	$\geq 1$	Core Point	Klaster 1 dibentuk	1
P2	3.11455	99.29575	P1, P2, P3, ...	$\geq 1$	Core Point	Bergabung ke Klaster 1	1
P9	3.12638	99.30297	P9, P10, P47, P48, ...	$\geq 1$	Core Point	Klaster 1 diperluas	1
P17	3.21331	99.33181	P17–P41 (radius 3 km)	$\geq 1$	Core Point	Klaster 2 dibentuk	2
P18	3.21331	99.33181	P17, P18, P19, ...	$\geq 1$	Core Point	Bergabung ke Klaster 2	2
...	...	...	...	...	...	...	...
P200	3.13435	99.31117	P55, P56, P96– P100, ...	$\geq 1$	Core Point	Klaster 1 diperluas	1

#### 4.3.4 Hasil Klaster yang Terbentuk

Setelah menjalankan metode DBSCAN dengan parameter Epsilon = 3,0 km dan MinPts = 2 terhadap 200 titik data koordinat, diperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil *Clustering* DBSCAN**

Klaster	Jml Kasus	Persentase	Wilayah Desa	Jenis Penyakit	Jenis Ternak
1 (Merah)	98	49%	Pematang Kerasaan Rejo, Pematang Kerasaan, Marihah Bandar, Bandar Rakyat, Timbaan	Scabies/Kurap, BEF/Demam, PMK, Cacingan, Distokia, Endometritis, Indigesti, LSD, Malnutrisi, SE, Bloat/Kembung, Anoreksia	Sapi, Kambing

Klaster	Jml Kasus	Persentase	Wilayah Desa	Jenis Penyakit	Jenis Ternak
2 (Oranye)	102	51%	Perdagangan II, Bandar Jawa, Bahlias, Bandar Pulo	Rabies, PMK, Cacingan, LSD, Diare/Mencret, Bloat/Kembung, Distokia, Malnutrisi, Scabies/Kurap	Anjing, Sapi, Kambing, Domba
Noise	0	0%	-	-	-

Hasil analisis menghasilkan 2 (dua) klaster dengan total 200 kasus yang seluruhnya berhasil dikelompokkan (0 noise). Klaster 1 terdiri dari 98 kasus (49%) yang terkonsentrasi di wilayah barat-tengah Kecamatan Bandar, sedangkan Klaster 2 terdiri dari 102 kasus (51%) yang tersebar di wilayah timur-utara.

Hasil ini menunjukkan bahwa penyebaran kasus penyakit ternak di Kecamatan Bandar tidak terjadi secara acak, melainkan membentuk pola pengelompokan wilayah tertentu berdasarkan kedekatan lokasi kejadian.

#### 4.3.5 Analisis Klaster 1

Klaster 1 mencakup 98 kasus yang tersebar di 5 desa di wilayah barat-tengah Kecamatan Bandar: Pematang Kerasaan Rejo (54 kasus), Timbaan (25 kasus), Marihat Bandar (15 kasus), Pematang Kerasaan (5 kasus), dan Bandar Rakyat (4 kasus). Jenis ternak yang dominan adalah Sapi dan Kambing. Keragaman jenis penyakit yang ditemukan di klaster ini sangat tinggi, mencakup 12 jenis penyakit mulai dari penyakit metabolik (Bloat/Kembung, Indigesti, Malnutrisi), penyakit parasitik (Cacingan, Scabies/Kurap), penyakit infeksius (PMK, LSD, SE, BEF/Demam), hingga kondisi obstetri (Distokia, Endometritis).

Tingginya keragaman penyakit di klaster ini mengindikasikan bahwa daerah barat-tengah Kecamatan Bandar memiliki kepadatan populasi ternak yang tinggi

dengan berbagai permasalahan kesehatan. Desa Pematang Kerasaan Rejo menjadi titik fokus utama dengan 54 kasus atau 27% dari total seluruh kasus, menjadikannya wilayah prioritas utama intervensi.

#### **4.3.6 Analisis Klaster 2**

Klaster 2 mencakup 102 kasus yang tersebar di 4 desa di wilayah timur-utara Kecamatan Bandar: Perdagangan II (41 kasus), Bandar Jawa (30 kasus), Bahlias (20 kasus), dan Bandar Pulo (9 kasus). Klaster ini lebih beragam dalam hal jenis ternak yang mencakup Anjing, Sapi, Kambing, dan Domba. Karakteristik menonjol klaster ini adalah tingginya kasus Rabies pada Anjing, terutama di Desa Perdagangan II (25 kasus Rabies pada bulan Desember 2025) dan Bandar Jawa (15 kasus Rabies).

Selain Rabies, klaster ini juga mencatat kasus PMK, Cacingan, LSD, dan Diare/Mencret. Keberadaan kasus Rabies yang signifikan di klaster ini memerlukan penanganan lintas sektoral karena Rabies merupakan penyakit zoonosis yang berbahaya bagi manusia. Hal ini memerlukan koordinasi antara UPT Puskesmas, Dinas Kesehatan, dan pemerintah desa setempat untuk pelaksanaan vaksinasi massal anjing.

Klaster ini menunjukkan adanya pusat penyebaran penyakit kedua yang terpisah secara spasial dari klaster pertama, sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran penyakit ternak di wilayah penelitian tidak terpusat pada satu lokasi saja.

#### **4.3.7 Analisis Zona Kepadatan Tinggi (Peringatan Dini)**

Berdasarkan hasil *clustering*, sistem secara otomatis mengidentifikasi zona kepadatan tinggi dengan menghitung rata-rata jumlah kasus per desa (200 kasus / 9

desa = 22,2 kasus/desa). Desa dengan jumlah kasus di atas rata-rata dikategorikan sebagai zona kepadatan tinggi dan mendapat rekomendasi tindakan khusus.

**Tabel 4.7 Analisis Zona Kepadatan Kasus per Desa**

No	Nama Desa	Jml Kasus	Klaster	Jenis Penyakit Terdeteksi	Status Zona
1	<b>Pematang Kerasaan Rejo</b>	54	1	BEF/Demam, Bloat/Kembung, Cacingan, Distokia, Indigesti, LSD, PMK, Scabies/Kurap, SE	<b>TINGGI</b>
2	<b>Perdagangan II</b>	41	2	Cacingan, Diare/Mencret, Distokia, LSD, Malnutrisi, Rabies, Scabies/Kurap	<b>TINGGI</b>
3	<b>Bandar Jawa</b>	30	2	Bloat/Kembung, Distokia, PMK, Rabies, Scabies/Kurap	<b>TINGGI</b>
4	<b>Timbaan</b>	25	1	Cacingan, PMK, Scabies/Kurap	<b>TINGGI</b>
5	<b>Bahlias</b>	20	2	Bloat/Kembung, Diare/Mencret, Rabies, Scabies/Kurap	<b>SEDANG</b>
6	<b>Marihat Bandar</b>	15	1	BEF/Demam, Cacingan, Endometritis, Anoreksia	<b>SEDANG</b>
7	<b>Bandar Pulo</b>	9	2	PMK	<b>RENDAH</b>
8	<b>Bandar Rakyat</b>	4	1	Malnutrisi	<b>RENDAH</b>
9	<b>Pematang Kerasaan</b>	5	1	BEF/Demam, Anoreksia	<b>RENDAH</b>

Dari Tabel 4.6, terdapat 4 desa yang masuk kategori zona kepadatan tinggi (kasus > rata-rata 22,2), yaitu Pematang Kerasaan Rejo, Perdagangan II, Bandar

Jawa, dan Timbaan. Keempat desa ini menjadi prioritas utama dalam perencanaan intervensi pengendalian penyakit ternak di Kecamatan Bandar.

Wilayah yang termasuk dalam zona kepadatan tinggi ini dapat dijadikan sebagai prioritas dalam pengawasan dan pengendalian penyakit ternak, karena memiliki potensi penyebaran yang lebih besar dibandingkan wilayah lainnya.

#### **4.4 Pembahasan**

Bagian ini menyajikan pembahasan atas hasil analisis yang telah diperoleh pada bab sebelumnya, khususnya terkait efektivitas metode DBSCAN dalam mengelompokkan kejadian penyakit ternak berdasarkan kedekatan spasial serta interpretasi makna dari klaster yang terbentuk. Pembahasan dilakukan dengan mengaitkan hasil *clustering* dengan kondisi geografis Kecamatan Bandar, karakteristik jenis ternak dan penyakit yang dominan, serta kemungkinan faktor pendukung seperti mobilitas ternak, kepadatan populasi, dan kedekatan wilayah permukiman. Selain itu, bagian ini juga menguraikan implikasi hasil analisis bagi strategi pengendalian penyakit, termasuk rekomendasi intervensi yang lebih terarah, analisis temporal kejadian untuk mengidentifikasi indikasi outbreak, serta evaluasi kelebihan sistem yang dibangun dalam mendukung pemantauan dan pengambilan keputusan berbasis data.

Sistem berbasis web yang dibangun dalam penelitian ini berperan tidak hanya sebagai media visualisasi, tetapi juga sebagai sistem pengelolaan dan pengolahan data yang memungkinkan proses *clustering* dilakukan secara terintegrasi.

#### 4.4.1 Kinerja Metode DBSCAN pada Data Penyakit Ternak Spasial

Metode DBSCAN (*Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise*) menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mengidentifikasi pola penyebaran penyakit ternak di Kecamatan Bandar. Keunggulan fundamental DBSCAN dibandingkan metode *clustering* berbasis partisi seperti K-Means terletak pada kemampuannya untuk menemukan kluster dengan bentuk yang arbitrer (tidak harus sferis/bulat) dan kemampuannya mendeteksi data noise secara otomatis. Sifat ini sangat sesuai untuk data penyebaran penyakit geografis yang cenderung membentuk pola memanjang mengikuti jalan atau aliran sungai, bukan pola bulat.

Penggunaan Rumus Haversine sebagai fungsi jarak meningkatkan akurasi pengelompokan secara signifikan. Pada skala jarak 1–5 km seperti dalam penelitian ini, perbedaan antara jarak Haversine dan jarak Euclidean dapat mencapai 0,1–0,3 km akibat kelengkungan bumi. Meskipun terlihat kecil, perbedaan ini dapat mengubah apakah sebuah titik dianggap dalam radius epsilon suatu core point atau tidak, yang pada akhirnya mempengaruhi pembentukan kluster.

Hasil yang diperoleh berupa 2 kluster dengan 0 noise (100% data terkluster) menunjukkan bahwa distribusi penyakit ternak di Kecamatan Bandar tidak bersifat acak melainkan memiliki pola spasial yang jelas. Seluruh 200 kejadian penyakit terdata dalam dua zona pengaruh yang berbeda secara geografis, mengindikasikan adanya faktor-faktor lokal yang mempengaruhi pola penyebaran penyakit di masing-masing zona.

#### 4.4.2 Interpretasi Pola Spasial Klaster

Pembentukan dua klaster dengan batas yang relatif jelas mencerminkan kondisi geografis dan demografis wilayah Kecamatan Bandar. Klaster 1 yang mencakup wilayah barat-tengah (Pematang Kerasaan Rejo, Timbaan, Marihat Bandar) merupakan daerah dengan topografi berbukit dan aktivitas peternakan sapi dan kambing yang intensif. Kepadatan ternak yang tinggi di area yang relatif terbatas menciptakan kondisi yang kondusif bagi penularan penyakit antar-ternak, terutama penyakit yang menyebar melalui kontak langsung seperti Scabies, PMK, dan LSD.

Klaster 2 yang mencakup wilayah timur-utara (Perdagangan II, Bandar Jawa, Bahlias, Bandar Pulo) berada di kawasan yang lebih dekat dengan pusat perkotaan Perdagangan. Karakteristik unik klaster ini adalah dominasi kasus Rabies pada anjing, yang kemungkinan berkaitan dengan populasi anjing liar yang lebih tinggi di kawasan semi-perkotaan. Keberadaan Kawasan Ekonomi Khusus Sei Mangkei di perbatasan wilayah ini juga dapat berkontribusi pada mobilitas manusia dan hewan yang lebih tinggi, sehingga mempercepat penyebaran penyakit.

Temuan bahwa Klaster 1 didominasi oleh penyakit infeksius dan metabolik pada ternak besar (sapi-kambing) sementara Klaster 2 didominasi oleh Rabies pada anjing menunjukkan bahwa kedua zona ini memiliki profil risiko penyakit yang berbeda secara fundamental. Perbedaan ini seharusnya tercermin dalam strategi pengendalian yang berbeda pula antara kedua zona.

#### 4.4.3 Implikasi Hasil bagi Pengendalian Penyakit

Dari perspektif pengendalian penyakit ternak, hasil *clustering* DBSCAN ini memberikan landasan berbasis bukti (*evidence-based*) untuk perencanaan

intervensi yang lebih efisien. Sebelum adanya analisis spasial ini, alokasi sumber daya UPT Puskesmas dilakukan secara merata atau berdasarkan laporan insidental tanpa gambaran pola keseluruhan. Dengan tersedianya informasi klaster dan zona kepadatan tinggi, petugas dapat memprioritaskan sumber daya ke desa-desa yang paling membutuhkan.

Untuk Klaster 1, rekomendasi utama adalah peningkatan stok vaksin PMK, LSD, dan SE di wilayah Pematang Kerasaan Rejo dan sekitarnya, pemeriksaan rutin setiap dua minggu sekali, serta sosialisasi peternak mengenai gejala awal BEF/Demam dan Lumpy Skin Disease yang masih relatif baru di Indonesia. Untuk Klaster 2, tindakan prioritas adalah program vaksinasi massal Rabies pada anjing di Perdagangan II dan Bandar Jawa, koordinasi dengan Dinas Kesehatan untuk pemantauan kasus gigitan anjing pada manusia, serta pengawasan lalu lintas ternak dari dan ke wilayah ini.

#### **4.4.4 Analisis Temporal Penyebaran Penyakit**

Dari perspektif waktu, data menunjukkan bahwa kejadian penyakit ternak tidak terdistribusi merata sepanjang periode pengamatan (Desember 2025 – Januari 2026). Kasus Rabies yang sangat tinggi pada bulan Desember 2025 di Perdagangan II (25 kasus dalam satu hari, 9 Desember 2025) dan Bandar Jawa (15 kasus pada 24 Desember 2025) mengindikasikan adanya kejadian luar biasa (outbreak) yang memerlukan respons cepat. Kejadian serupa pada anjing di Bahlias pada 23 Januari 2026 (6 kasus) menunjukkan bahwa penyebaran Rabies bergerak dari Perdagangan II ke Bahlias dalam kurun waktu sekitar satu bulan.

Kasus PMK di Bandar Jawa pada awal Desember 2025 (6 kasus, 4–5 Desember) dan kemunculan kembali PMK di Timbaan pada Januari 2026

menunjukkan potensi penyebaran lintas klaster yang perlu diwaspadai. Pola ini mengindikasikan bahwa meskipun kedua klaster terpisah secara geografis, terdapat kemungkinan perpindahan agen penyakit melalui pergerakan ternak atau manusia antar-wilayah.

#### **4.4.5 Kelebihan Sistem yang Dibangun**

Sistem yang diimplementasikan memiliki sejumlah kelebihan yang membedakannya dari sistem pengelolaan data penyakit ternak konvensional (berbasis spreadsheet), antara lain:

1. Visualisasi spasial interaktif: Integrasi dengan Leaflet.js memungkinkan petugas melihat sebaran penyakit secara geografis secara langsung, yang tidak mungkin dilakukan dengan spreadsheet biasa.
2. Otomasi analisis klaster: Metode DBSCAN dieksekusi langsung di dalam sistem tanpa memerlukan software analisis statistik terpisah seperti R atau Python.
3. Sistem peringatan dini otomatis: Identifikasi zona kepadatan tinggi dilakukan secara otomatis berdasarkan data yang ada, memberikan informasi actionable kepada petugas.
4. Laporan PDF profesional: Laporan dibuat otomatis dengan kualitas dokumen resmi pemerintah, menghemat waktu pembuatan laporan manual.
5. Kontrol akses berbasis role: Pemisahan hak akses antara Admin dan Peternak memastikan keamanan data sekaligus memberikan transparansi hasil kepada peternak.
6. Portabilitas data: Fitur export Excel memungkinkan data dianalisis lebih lanjut menggunakan tool lain bila diperlukan.

#### 4.4.6 Keterbatasan Sistem dan Saran Pengembangan

Meskipun sistem telah berfungsi dengan baik, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan untuk pengembangan ke depan:

Pertama, sistem saat ini belum memiliki mekanisme penentuan parameter DBSCAN yang optimal secara otomatis. Pengguna harus menentukan sendiri nilai epsilon dan MinPts berdasarkan pengetahuan domain. Pengembangan ke depan dapat mengintegrasikan metode k-distance graph untuk membantu pengguna menentukan nilai epsilon optimal secara visual.

Kedua, data koordinat diinput secara manual oleh petugas, yang berpotensi menimbulkan kesalahan. Integrasi dengan aplikasi mobile GPS atau API Google Maps untuk validasi koordinat secara real-time dapat meningkatkan akurasi data spasial.

Ketiga, sistem belum mendukung analisis multi-temporal yang dapat menampilkan perubahan pola penyebaran penyakit dari waktu ke waktu (animasi temporal). Penambahan fitur ini akan sangat berguna untuk memantau dinamika penyebaran penyakit secara lebih mendalam.

Keempat, cakupan sistem saat ini terbatas pada Kecamatan Bandar. Perluasan cakupan ke tingkat kabupaten dengan data dari seluruh puskesmas di Kabupaten Simalungun akan meningkatkan nilai strategis sistem secara signifikan.

#### 4.4.7 Kontribusi Penelitian

Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan sistem informasi kesehatan hewan berbasis GIS di Indonesia, khususnya untuk daerah dengan sumber daya terbatas. Implementasi metode DBSCAN dengan perhitungan jarak Haversine pada data penyakit ternak di Kecamatan Bandar membuktikan bahwa analisis *clustering*

spasial yang selama ini hanya dilakukan oleh institusi besar dengan software mahal dapat diimplementasikan dalam sistem web berbasis PHP yang lebih terjangkau dan mudah digunakan oleh petugas lapangan.

Integrasi antara GIS, *machine learning (clustering)*, dan sistem peringatan dini dalam satu platform terpadu merupakan pendekatan yang belum banyak diterapkan di tingkat puskesmas kecamatan. Sistem ini dapat menjadi model referensi untuk pengembangan sistem serupa di kecamatan-kecamatan lain di Indonesia yang memiliki permasalahan serupa dalam pengendalian penyakit ternak.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem Informasi Geografis Penyebaran Penyakit Ternak dengan Metode DBSCAN di Kecamatan Bandar, Kabupaten Simalungun berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan teknologi PHP 8.1 native, basis data MySQL, dan library Leaflet.js untuk visualisasi peta interaktif. Sistem dapat diakses melalui web browser dengan dua role pengguna yang memiliki hak akses berbeda, yaitu Admin (petugas UPT Puskesmas) dan Peternak/Penyuntik.
2. Metode DBSCAN berhasil diimplementasikan pada sistem dengan menggunakan Rumus Haversine sebagai fungsi perhitungan jarak geografis antar titik koordinat. Penggunaan Rumus Haversine menghasilkan perhitungan jarak yang lebih akurat dibandingkan jarak Euclidean biasa karena mempertimbangkan kelengkungan permukaan bumi, sehingga pengelompokan data spasial yang dihasilkan lebih representatif terhadap kondisi geografis sesungguhnya di lapangan.
3. Berdasarkan hasil pengujian beberapa kombinasi parameter pada 200 data kejadian penyakit ternak periode Desember 2025 – Januari 2026, parameter yang paling sesuai dan digunakan sebagai parameter tetap (final) dalam penelitian ini adalah Epsilon ( $\epsilon$ ) = 3,0 km dan MinPts = 2. Dengan parameter tersebut, hasil clustering DBSCAN menghasilkan 2 kluster penyebaran penyakit ternak di Kecamatan Bandar dan tidak terdapat data noise (0%),

sehingga seluruh kejadian penyakit ternak dapat dipetakan dalam klaster yang jelas dan mudah diinterpretasikan.

- a. Klaster 1 mencakup 98 kasus (49%) yang terkonsentrasi di wilayah barat–tengah Kecamatan Bandar, yaitu Pematang Kerasaan Rejo, Pematang Kerasaan, Marihat Bandar, Bandar Rakyat, dan Timbaan, dengan dominasi jenis ternak sapi dan kambing.
  - b. Klaster 2 mencakup 102 kasus (51%) yang tersebar di wilayah timur–utara Kecamatan Bandar, yaitu Perdagangan II, Bandar Jawa, Bahlias, dan Bandar Pulo, dengan karakteristik menonjol berupa tingginya kasus rabies pada anjing, serta melibatkan jenis ternak yang lebih beragam.
4. Sistem peringatan dini berbasis data berhasil mengidentifikasi 4 desa yang masuk dalam zona kepadatan tinggi, yaitu Pematang Kerasaan Rejo (54 kasus), Perdagangan II (41 kasus), Bandar Jawa (30 kasus), dan Timbaan (25 kasus). Setiap zona kepadatan tinggi dilengkapi dengan rekomendasi tindakan spesifik yang ditujukan kepada UPT Puskesmas dan Petugas Penyuntik berdasarkan jenis penyakit yang teridentifikasi di wilayah tersebut, sehingga memungkinkan intervensi yang lebih tepat sasaran.
  5. Hasil pengujian sistem menggunakan metode Black Box Testing terhadap 16 skenario uji yang mencakup seluruh modul fungsional sistem menunjukkan tingkat keberhasilan 100%, di mana seluruh fungsi yang diuji menghasilkan output yang sesuai dengan output yang diharapkan. Sistem kontrol akses berbasis role berjalan konsisten dalam membedakan hak akses antara Admin dan Peternak pada setiap modul yang diuji.

6. Fitur laporan PDF otomatis yang dibangun menggunakan library jsPDF dengan pendekatan native drawing API menghasilkan dokumen laporan resmi berkualitas tinggi yang mencakup halaman cover, ringkasan analisis, peta sebaran klaster, detail setiap klaster, tabel lengkap 200 data kasus, serta kesimpulan dan rekomendasi tindakan. Pendekatan native rendering menghasilkan teks yang tajam, dapat dicari, dan dapat disalin, berbeda dengan pendekatan screenshot yang menghasilkan gambar berresolusi rendah.
7. Sistem yang dibangun memberikan kontribusi nyata bagi UPT Puskesmas Kecamatan Bandar dalam hal efisiensi pengelolaan data penyakit ternak, kemudahan analisis pola penyebaran penyakit secara spasial, serta penyediaan informasi berbasis bukti (evidence-based) untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pelaksanaan program pengendalian penyakit ternak di wilayah Kecamatan Bandar.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta keterbatasan yang ditemukan selama proses pengembangan dan pengujian sistem, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya:

1. Pengembangan fitur penentuan parameter DBSCAN secara semi-otomatis menggunakan metode k-distance graph atau teknik Elbow Method yang divisualisasikan langsung di dalam sistem, sehingga pengguna yang tidak memiliki latar belakang teknis dapat menentukan nilai epsilon optimal berdasarkan panduan visual yang disediakan sistem tanpa harus bergantung pada pengetahuan domain yang mendalam.

2. Integrasi sistem dengan aplikasi mobile berbasis GPS untuk pelaporan kasus penyakit ternak secara langsung dari lapangan. Petugas penyuntik yang melakukan kunjungan ke peternak dapat langsung memasukkan data kasus beserta koordinat GPS yang diperoleh dari perangkat smartphone, sehingga menghilangkan proses input manual koordinat yang berpotensi menimbulkan kesalahan.
3. Penambahan fitur analisis temporal (*time-series analysis*) yang memungkinkan pengguna melihat perubahan pola penyebaran penyakit dari waktu ke waktu dalam bentuk animasi peta atau grafik tren. Fitur ini akan sangat berguna untuk mendeteksi pola musiman penyakit ternak, memantau perkembangan outbreak secara real-time, dan mengevaluasi efektivitas intervensi yang telah dilakukan.
4. Perluasan cakupan sistem ke tingkat Kabupaten Simalungun dengan mengintegrasikan data dari seluruh UPT Puskesmas yang ada di kabupaten. Sistem yang diperluas ini akan memungkinkan analisis pola penyebaran penyakit lintas kecamatan, identifikasi jalur penularan antar-wilayah, serta perencanaan program vaksinasi dan pengendalian penyakit yang lebih terkoordinasi di tingkat kabupaten.
5. Pengembangan modul notifikasi otomatis berbasis email atau WhatsApp yang secara aktif mengirimkan peringatan kepada petugas terkait ketika sistem mendeteksi peningkatan jumlah kasus secara signifikan di suatu desa atau ketika terbentuk klaster baru yang melampaui ambang batas tertentu, sehingga respons terhadap potensi outbreak dapat dilakukan lebih cepat.
6. Penambahan fitur manajemen jadwal kunjungan lapangan yang terintegrasi dengan hasil analisis *clustering*, di mana sistem secara otomatis menyusun

rekomendasi jadwal kunjungan prioritas berdasarkan tingkat kepadatan kasus per desa. Fitur ini akan membantu petugas UPT Puskesmas dalam mengoptimalkan penggunaan waktu dan sumber daya yang tersedia.


7. Penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi perbandingan kinerja metode DBSCAN dengan metode *clustering* lain yang juga cocok untuk data spasial, seperti HDBSCAN (Hierarchical DBSCAN), ST-DBSCAN (Spatio-Temporal DBSCAN), atau metode berbasis grid seperti STING dan CLIQUE. Perbandingan ini akan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai metode mana yang paling sesuai untuk karakteristik data penyakit ternak di wilayah Kecamatan Bandar.
8. Untuk meningkatkan akurasi hasil analisis, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data koordinat yang diperoleh langsung dari GPS di lapangan (bukan estimasi koordinat per desa) sehingga titik lokasi kejadian penyakit merepresentasikan lokasi kandang atau peternakan yang sesungguhnya. Data yang lebih akurat secara spasial akan menghasilkan pengelompokan yang lebih presisi dan rekomendasi intervensi yang lebih tepat sasaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- AnalisaDaily. (2022, Juni 8). *Peternak sapi di Simalungun resah gejala mirip PMK ditemukan*.  
<https://analisadaily.com/berita/baca/2022/06/08/1031341/peternak-sapi-di-simalungun-resah-gejala-mirip-pmk-ditemukan/>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Simalungun. (2020). *Kabupaten Simalungun dalam angka 2020*. BPS Kabupaten Simalungun.  
<https://simalungunkab.bps.go.id/>
- Balai Besar Veteriner. (2023). *Peta situasi status penyakit hewan di Indonesia*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.  
[https://bbvdps.ditjenpkh.pertanian.go.id/storage/master/file/D84yLeFS\\_Laporan\\_Peta\\_situasi\\_status\\_Penyakit\\_hewan\\_revisi.pdf](https://bbvdps.ditjenpkh.pertanian.go.id/storage/master/file/D84yLeFS_Laporan_Peta_situasi_status_Penyakit_hewan_revisi.pdf)
- Bose, B., & Siva Kumar, S. (2025). Economic burden of zoonotic and infectious diseases on livestock farmers: A narrative review. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 44, 158. <https://doi.org/10.1186/s41043-025-00913-3>
- EndRabiesNow. (2023). *Rabies fact sheet*.  
[https://endrabiesnow.org/uploads/resources/Rabies\\_Fact\\_Sheet.pdf](https://endrabiesnow.org/uploads/resources/Rabies_Fact_Sheet.pdf)
- Global Burden of Animal Diseases (GBADs). (2024). *GBADs technical guide version 1.0*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11093240>
- Gultom, Z. A., & Yahya, K. (2014). *Pemetaan penyakit tuberculosis di Kota Surabaya tahun 2012: Analisa statistik multivariat* (Skripsi S1). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2022). *Data mining: Concepts and techniques* (4th ed.). Morgan Kaufmann.
- Hermanto, A., & Sunandar, S. (2020). Analisis data sebaran penyakit menggunakan metode Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN). *Jurnal Teknologi Informasi*, 8(2), 45–54.
- Hossain, M. S., Rahman, M. M., & Islam, M. S. (2022). Application of GIS in disease mapping and public health surveillance. *Journal of Geographic Information System*, 14(2), 125–134.  
<https://doi.org/10.4236/jgis.2022.142008>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). *Surat edaran kewaspadaan terhadap kasus rabies di Indonesia*. <https://kemkes.go.id/id/surat-edaran-kewaspadaan-terhadap-kasus-rabies-di-indonesia>
- Kostoulas, P., Spiliopoulou, I., & Smid, B. (2023). Spatial analysis and modeling in animal health surveillance: Concepts and applications. *Transboundary and Emerging Diseases*, 70(3), 560–573.  
<https://doi.org/10.1111/tbed.14825>
- Libera, K., Konieczny, K., Grabska, J., Szopka, W., Augustyniak, A., & Pomorska-Mól, M. (2022). Selected livestock-associated zoonoses as a growing challenge for public health. *Infectious Disease Reports*, 14(1), 63–81.  
<https://doi.org/10.3390/idr14010008>
- Manzoor, S., Ahmed, T., & Rehman, F. (2024). Application of geographical information systems for mapping animal diseases and health outcomes.

- Journal of Geographic Information System*, 16(2), 105–123.  
<https://doi.org/10.4236/jgis.2024.162008>
- Mistar.id. (2023, Oktober 8). *Populasi ternak di Simalungun satu tahun terakhir meningkat*. <https://mistar.id/news/simalungun/populasi-ternak-di-simalungun-satu-tahun-terakhir-meningkat/>
- Ngwira, B., Ahearn, S. C., & Mubiru, D. (2024). Spatial analysis of livestock disease data in sub-Saharan Africa: A scoping review. *Scientific African*, 23, e02148. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02148>
- Nistrina, & Sahidah. (2022). *UML: Panduan lengkap modeling sistem*.
- Parboaboa. (2023, Maret 6). *Jumlah sapi di Simalungun meningkat tapi angka hidup babi justru menurun drastis*. <https://parboaboa.com/jumlah-sapi-di-simalungun-meningkat>
- Schubert, E., Sander, J., Ester, M., Kriegel, H.-P., & Xu, X. (2017). DBSCAN revisited, revisited: Why and how you should (still) use DBSCAN. *ACM Transactions on Database Systems*, 42(3), 19:1–19:21. <https://doi.org/10.1145/3068335>
- Situmorang, R. (2021). *Analisis usahatani dan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi di Desa Pematang Kerasaan Rejo Kecamatan Bandar [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara]*. Repository UMSU. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/9507>
- Syahra, Y., Habibie, D. R., Nasution, M., Nur Nasution, H., & Nasyuha, A. H. (2022). *Klasterisasi data penanganan dan pelayanan kesehatan masyarakat dengan metode K-Means*. *JURNAL RISET KOMPUTER (JURIKOM)*, 9(5), 1423–1433. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i5.4882>
- Tadesse, S., & Amare, A. (2021). Application of geographical information system in animal disease surveillance and control: A review. *Ethiopian Veterinary Journal*, 25(1), 1–14.
- Wang, H., Zhang, Y., & Li, X. (2010). Research of animal disease information system based on GIS technology. In *Advances in Computer Science and Information Engineering* (pp. 63–70). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-12220-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-12220-0_9)
- World Wide Web Consortium (W3C). (2022). *HTML5 specification*. <https://www.w3.org/TR/html52/>
- World Wide Web Consortium (W3C). (2023). *CSS 2023 specification*. <https://www.w3.org/TR/css-2023/>
- Xu, R., & Wunsch, D. (2022). *Clustering: A review*. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 33(8), 2992–3016.

1. SK Dosen Pembimbing

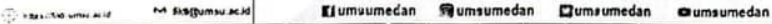


MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/AN-PT/AK/Pop/PT/10/2024  
 Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224367 Fax. (061) 6625474 - 6631003



---

**KEPUTUSAN DEKAN**  
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
 Nomor : 1097/KEP/IL3.AU/UMSU-09/F/2025

**Tentang :**  
**PENGANGKATAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI**  
**PRODI SISTEM INFORMASI**  
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, setelah:

Menyimak :

1. Bahwa sehubungan dengan pelaksanaan Tugas Akhir Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara;
2. Bahwa untuk memenuhi maksud tersebut perlu diterbitkan surat keputusan Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Mengingat :


1. Undang-undang Republik Indonesia No. 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
2. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
3. Pedoman Perguruan Tinggi Muhammadiyah;
4. Statuta Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Keputusan Rektor No. 1001/KEP/IL3-AU/UMSU/D/2025 tanggal 25 Oktober 2025 tentang Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UMSU Masa Jabatan 2025-2029
6. Keputusan Rektor No. 624/KEP/IL3.AU/UMSU/D/2025 tentang Prodi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UMSU Masa Jabatan 2025-2029

**MEMUTUSKAN**

Menetapkan :

1. Menetapkan nama-nama dalam lampiran surat keputusan ini sebagai Dosen Pembimbing Prodi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UMSU.
2. Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, dan akan ditinjau serta diperbaiki kembali jika terdapat kekeliruan di kemudian hari.


Ditetapkan di : Medan  
 Pada tanggal : 30 Jumadil Akhir 1447 H  
 20 Desember 2025 M



**Dekan**  
**D. Kholid Swarizmi, M.Kom**  
 NIDN: 0127099201

Disahkan dan ditandatangani oleh:

Wakil Dekan I & III UMSU di Medan,  
 Prodi SI dan Sek. Prodi SI,  
 tanggal.





Dosen Pembimbing Prodi Sistem Informasi  
 : 1097/KEP/II.3.AU/UMSU-09/F/2025  
 30 Jumadil Akhir 1447 H /20 Desember 2025 M

**PENGANGKATAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI  
 PRODI SISTEM INFORMASI  
 FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**





NAMA	NPM	JUDUL	DOSEN
Muhammad Naufal Dzakiyya	2209010206	Klasifikasi Penyebaran Kasus Penyakit Ternak Berdasarkan penyebaran pada Daerannya pada Data Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan (PUSKESWAN) Menggunakan Metode DBSCAN	Zuli Agustina Gultom, M.Si
M Zaki Putra	2209010137	Sistem pakar diagnosa penyakit rheumatoid arthritis(RA) pada lansia dengan menggunakan metode certainty factor	Yohanni Syahra, S.Si.,M.Kom.
Rizki Kurnia Harahap	2209010170	Sistem Pakar Diagnosa Kesalahan Gerakan Push-Up pada Pemula Menggunakan Metode Pose Estimation	Indah Purnama Sari, M.Kom
Caisar Mahendra Siregar	2209010217	Sistem Pakar diagnosa kesalahan gerakan Teknik Pendaratan Lompat Jauh Menggunakan metode Pose Estimation	Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom
Lumpina Sari	2209010095	Analisis Kematangan Buah Alpukat Berbasis Citra dengan Segmentasi Warna Menggunakan Algoritma RNN (Recurrent Neural Network)	Farid Akbar Siregar S.Kom., M.Kom.
Adinda Nadila	2209010148	Analisis Ekstraksi Fitur Tekstur dan Warna untuk Klasifikasi Pada Penyakit Daun Kentang dengan Menggunakan metode GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix)	Mahardika Prawira Tanjung, S.Kom.,M.Kom.
Aulia Shiddiq Asy Syifa	2209010133	Perancangan Sistem Keamanan Laporan Audit Berbasis Web Menggunakan Enkripsi AES dan Steganografi LSB	Amrullah, S.Kom.,M.Kom



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
 Dr. Puji Astuti Shwarzizmi, M.Kom  
 NIDN : 0127099201



## 2. Lembar Perubahan Judul

 <p style="text-align: center;"><b>MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN &amp; PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH</b>  <b>UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA</b>  <b>FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI</b></p> <p style="text-align: center;"><small>UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Ppy/PT/2024</small>  <small>Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax (061) 6625474 - 6631003</small></p> <p style="text-align: center;"><small>Unggul   Cerdas   Terpercaya</small></p> <p style="text-align: center;"><small>Media: @umsu.ac.id   Email: BAK@umsu.ac.id   Facebook: umsmedan   Instagram: umsmedan   Twitter: umsmedan   YouTube: umsmedan</small></p>	
<b>PERUBAHAN TOPIK/JUDUL PENELITIAN</b>	
<p>Nama</p> <p>NPM</p> <p>Nomor agenda</p> <p>Tanggal persetujuan</p> <p>Topik yang disetujui Program Studi</p>    <p>Nama Dosen pembimbing</p> <p>Judul yang disetujui Dosen Pembimbing</p>	<p>: Muhammad Naufal Dzakiyya</p> <p>: 2209010206</p> <p>: 1097/KEP/II.3.AU/UMSU-09/F/2025</p> <p>: 20 Desember 2025</p> <p>: Klasifikasi Penyebaran Kasus Penyakit Ternak Berdasarkan Penyebaran Pada Daerahnya Pada Data Pusat Hewan Perdagangan (PUSKESWAN) Menggunakan Metode DBSCAN</p>  <p>: Zuli Agustina Gultom, M.Si</p> <p>: Analisis Penyebaran Kasus Penyakit Ternak Berdasarkan Daerahnya Pada Data Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Menggunakan Metode Clustering DBSCAN di Kecamatan Bandar</p>
Medan, 24 Januari 2026	
<p>Ketua Program Studi</p>   <p><b><u>Dr. Firahmi Rizky, M.Kom.</u></b>  NIDN : 0116079201</p>	<p>a.n.Dekan  Wakil Dekan I</p>   <p><b><u>Dr. Firahmi Rizky, M.Kom.</u></b>  NIDN : 0116079201</p>
	

## 3. Surat Izin Riset



Nomor : 498/II.3-AU/UMSU-09/F/2026 Medan, 17 Ramadhan 1447 H  
 Lampiran : - 06 Maret 2026 M  
 Perihal : **IZIN PENELITIAN**

Kepada Yth.

**Bapak/Ibu Pimpinan**

**UPTD (PUSKESWAN) Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan**

**Pematang Kerasaan Rejo, Kec. Bandar, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara 21162**

Di Tempat

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Dengan hormat, sehubungan mahasiswa kami akan menyelesaikan studi, untuk itu kami memohon kesediaan Bapak / Ibu untuk memberikan kesempatan pada mahasiswa kami melakukan riset di **Perusahaan / Instansi** yang Bapak / Ibu pimpin, guna untuk penyusunan skripsi yang merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi Strata Satu (S-1)

Adapun Mahasiswa/i di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tersebut adalah:

**Nama** : Muahammad Naufal Dzakiyya  
**Npm** : 2209010206  
**Jurusan** : Sistem Informasi  
**Semester** : VIII (Delapan)  
**Judul** : Analisis Penyebaran Kasus Penyakit Ternak Berdasarkan Daerahnya Pada Data Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Menggunakan Metode Clustering DBSCAN di Kecamatan Bandar  
**Email** : zakyabaru@gmail.com  
**Hp/Wa** : 081232129615

Demikianlah surat kami ini, atas perhatian dan kerjasama yang Bapak / Ibu berikan kami ucapkan terimakasih

*Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*



Cc.File



#### 4. Surat Selesai Penelitian



**PEMERINTAH KABUPATEN SIMALUNGUN**  
**DINAS PERTANIAN**  
**UPT PUSAT KESEHATAN KEWAN PERDAGANGAN**  
 Kecamatan Bandar – Kabupaten Simalungun – Prov.Sumatera Utara – 21184  
 JL. Sangnawaluh Km 32 Desa Pematang Rejo

Kepada Yth.  
 Bapak/Ibu Pimpinan  
 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
 Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi  
 Jurusan Sistem Informasi  
 Di Medan

Perihal: Surat Keterangan Selesai Penelitian

Dengan ini menyatakan bahwa:

Nama	Muhammad Naufal Dzakiyya
Nomor Induk Mahasiswa (NIM)	2209010206
Jurusan	Sistem Informasi
Judul Penelitian	Analisis Penyebaran Kasus Penyakit Ternak Berdasarkan Daerahnya Pada Data Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Menggunakan Metode Clustering DBSCAN di Kecamatan Bandar

Telah menyelesaikan penelitian. Mahasiswa ditempatkan di UPT PUSKESWAN PERDAGANGAN Kec.Bandar, Kab.Simalungun Sumatera Utara

Demikian surat keterangan ini kami sampaikan. Atas perhatian dan kerja samanya, kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui,  
 Ka.Puskeswan Perdagangan



Sumual Sipayung, S.Pt  
 NIP. 198706102019031007

## 5. Form Revisi Sidang



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Ppg/PT/10/2024

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

Website: [www.umsu.ac.id](http://www.umsu.ac.id)

Email: [Rek@umsu.ac.id](mailto:Rek@umsu.ac.id)

Instagram: @umsumedan

Facebook: umsumedan

Twitter: umsumedan

LinkedIn: umsumedan

**FORMULIR PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI**

Pada hari ini, Jumat, 13 Maret 2026 telah dilaksanakan Ujian Skripsi bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Sbb:

Nama Mahasiswa : Muhammad Naufal Dzakiyya  
 NPM : 2209010206  
 Program Studi : Sistem Informasi  
 Judul Proposal : Analisis Penyebaran Kasus Penyakit Ternak Berdasarkan Daerahnya Pada Data Pusat Kesehatan Hewan Perdagangan Menggunakan Metode Clustering Dbscan Di Kecamatan Bandar


Materi/Point yang Diperbaiki :

		Paraf
Rizaldy Khair, M.Kom	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem tidak dikuasi dengan baik</li> <li>2. Filter system tidak jelas</li> </ol>	
Indah Purnama Sari, S.T, M.Kom	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Latar belakang isinya sistasi semua tidak ada pola pemikiran sendiri</li> <li>2. Tujuan penelitian dan rumusan masalah tidak terintegrasi</li> <li>3. Tidak ada pada bab 4 hasil analisis clustering dbscan</li> <li>4. Memang bias ya mengolah data di web</li> <li>5. Hasil sangat tidak jelas dan sinkron dengan judul</li> </ol>	
Zuli Agustina Gultom, M.Si		

Berita acara ini ditandatangani setelah skripsi diperbaiki sesuai petunjuk/arahan dari Pembimbing dan Penguji/Pembahas.



## 6. Berita Acara Bimbingan Skripsi



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**








UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/IBAN-PT/Akred/PT/III/2019  
 Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

UMSU | Cerdas | Terpercaya

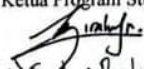
Website: [www.ummu.ac.id](http://www.ummu.ac.id) Email: [PA-D@ummu.ac.id](mailto:PA-D@ummu.ac.id) Instagram: @umsumedan Facebook: umsumedan Twitter: umsumedan YouTube: umsumedan


**Berita Acara Pembimbingan Proposal**




Nama Mahasiswa : Muhammad Nawal Dzakiyya Program Studi : Sistem Informasi  
 NPM : 2203010206 Judul Penelitian : Analisis Penyebaran Kasus Penyakit  
 Demam Berdarahan Dengguk  
 Pada Data Rujukan Kesehatan Rawan  
 Berdasarkan Menggunakan Metode  
 Clustering DBSCAN di Kecamatan Siantar  
 Nama Dosen Pembimbing : ZULI Agustina Gultom, M.Si

Tanggal Bimbingan	Hasil Evaluasi	Paraf Dosen
22/11/2025	Bimbingan Judul Penelitian	
23/11/2025	Pembahasan judul penelitian dan ACC judul	
27/01/2026	Bimbingan Bab 1	
25/01/2026	Revisi Bab 1 dan Bimbingan Bab 2	
02/02/2026	Bimbingan Bab 3	
03/02/2026	Bimbingan Bab 3 dan Revisi	
04/02/2026	Acc Proposal	

Medan, 4 Februari 2026

Diketahui oleh :  
 Ketua Program Studi  
  
 Dr. Endang Rizky, M.Kom.

Disetujui oleh :  
 Dosen Pembimbing  
  
 (Zuli Agustina Gultom, M.Si)

Dipindai dengan CamScanner



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya  
Bila memilih sandi to age disatukan  
nama dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://fas.umsu.ac.id> [fas@umsu.ac.id](mailto:fas@umsu.ac.id) [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.linkedin.com/company/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/channel/UCumsumedan)

**Berita Acara Pembimbingan Skripsi**

Nama Mahasiswa : Muhammad Naufal Program Studi : Sistem Informasi  
Dzakiyya  
NPM : 2209010206 Judul Penelitian : Analisis Penyebaran  
Nama Dosen Pembimbing : Zuli Agustina Gultom, Kasus Penyakit Ternak Berdasarkan  
M.Si. Daerahnya Pada Data Pusat Kesehatan  
Hewan Perdagangan Menggunakan  
Metode *Clustering* DBSCAN di Kecamatan  
Bandar

Tanggal Bimbingan	Hasil Evaluasi	Paraf Dosen
25/02/26	Bimbingan Bab 4 dan 5	<i>[Signature]</i>
27/02/26	Cara Penulisan Spasi kurang baik	<i>[Signature]</i>
03/03/26	Menambahkan table dibagian bab 4	<i>[Signature]</i>
05/03/26	mengajukan hasil revisi bab 4 dan bab 5	<i>[Signature]</i>
08/03/2026	Acc sidang	<i>[Signature]</i>

Medan, 07 Maret 2026

Diketahui oleh :  
Ketua Program Studi

*[Signature]*  
Dr. Eirahmi Rizky, S.Kom., M.Kom

Disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing  
*[Signature]*  
Zuli Agustina Gultom, M.Si.



## 7. LOA

**Acceptance Letter**

Dear Author(s) : Muhammad Naufal Dzakiyya, Zulf Agustina Gultom

Paper ID:	J-ICT-17120260330
Paper Title:	Analysis of the Distribution of Livestock Disease Cases by Region Based on Data from the Ministry of Trade's Animal Health Center Using The DBSCAN Clustering Method in Bandar District

This is to enlighten you that above manuscript appraised by the proficient and it is **accepted** by the Board of Referees (BoR) of 'Marq & Cha Institute' for publication in the 'Jurnal ICT : Information and Communication Technologies' that will publish at **Volume 17 No. 1, April (2026)** in Regular Issue on **April 30, 2026**. It will be available live at <https://www.ejournal.marqcha.institute.or.id/index.php/JICT/issue/view/49>

Final Paper | Ms Word doc. | docx. file

Camera ready paper should be prepared as per journal template which is available at [https://docs.google.com/document/d/1f5HjkulsuPYJ-wfM4K9-l\\_3YQ7MLb7r/edit](https://docs.google.com/document/d/1f5HjkulsuPYJ-wfM4K9-l_3YQ7MLb7r/edit)

**INFORMATION FOR AUTHOR(S)- Please read very carefully.**

1. Each author (s) profile (min 100 words) along with a photo should be available in the final paper. The final paper should be prepared as per the journal template. The Paper should have a minimum of 03 pages and a maximum of 10 pages.
2. Author (s) can make rectification/updates in the final paper but after the signing the copyright and final paper submission to the journal, any rectification/updates is not possible.
3. Maximum 05 authors can be seated in a paper. In the case of more than 05 authors, the paper (s) to be rejected.
4. If the above three supporting documents (Final Paper, Copyright and Registration) did not submit to the journal by the author in the given date (s), then paper will automatically suspend from publication for particular volume/issue. During the final email, you have to attach Final Paper, Copyright and Proof of Registration in a single email. Final paper should be prepared as per the reviewer (s) comments. In the case of failure, it to be rejected. Please read review report carefully. It is compulsory to write the Paper ID of the paper in place of Subject Area in the email during the final paper submission. Header and footer of the paper template will be edited by journal staff.
5. Final paper should not have more than 25% plagiarism including reference section.
6. We will receive the latest final paper on April 20, 2026.
7. Published paper to be available online April 30, 2026. Paper can not withdraw after submitting the copyright to the journal.

Finally, the team of Jurnal ICT : Information and Communication Technologies and Marq & Cha Institute would like to further extend congratulations to you..

Dr. Jonson Manurung, S.T., M.Kom  
Editor-In-Chief



Accredited "Rank 5" (Peringkat 5/SS), DIKTI, No. 177/E/KPT/2024, Tanggal: 15 Oktober 2024



Jurnal ICT : Information and Communication Technologies is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).



## 8. Turnitin

### ANALISIS PENYEBARAN KASUS PENYAKIT TERNAK BERDASARKAN DAERAHNYA PADA DATA PUSAT KESEHATAN HEWAN PERDAGANGAN MENGGUNAKAN METODE CLUSTERING DBSCAN DI KECAMATAN BANDAR

#### ORIGINALITY REPORT

<b>21%</b> SIMILARITY INDEX	<b>20%</b> INTERNET SOURCES	<b>9%</b> PUBLICATIONS	<b>13%</b> STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	------------------------------

#### PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>repository.umsu.ac.id</b> Internet Source	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara</b> Student Paper	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>elib.pnc.ac.id</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repository.dinamika.ac.id</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universitas Putera Batam</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>text-id.123dok.com</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>eprints.amikom.ac.id</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universitas Tarumanagara</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>jurnal.pancabudi.ac.id</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>10</b>	<b>Submitted to Florida State University</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>

docplayer.info